Aus dem Physiologischen und Histiologischen Institut
der Königlichen Tierärztlichen Hochschule zu Dresden.
(Geheimer Rat Professor Dr. med. et phil. Ellenberger.)

Vergleichend-histiologische Untersuchungen über das Oberflächen- und Drüsenepithel der Darmschleimhaut der Haussäugetiere.

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der
veterinär-medizinischen Doktorwürde
der durch die ordentlichen Professoren der Königlichen Tierärztlichen Hochschule zu Dresden verstärkten medizinischen Fakultät der
Universität Leipzig
vorgelegt von

Ferdinand-Paul Martin
aus Dresden.

Mit 16 Abbildungen.

Dresden 1910.
Hellmuth Henkler's Buchdruckerei (Johannes Henkler).

Diss. Leipzig
1910

UB Leiden

Aus dem Physiologischen und Histiologischen Institut
der Königlichen Tierärztlichen Hochschule zu Dresden.
(Geheimer Rat Professor Dr. med. et phil. Ellenberger.)

Vergleichend-histiologische Untersuchungen über das Oberflächen- und Drüsenepithel der Darmschleimhaut der Haussäugetiere.

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der
veterinär-medizinischen Doktorwürde
der durch die ordentlichen Professoren der Königlichen Tierärztlichen Hochschule zu Dresden verstärkten medizinischen Fakultät der
Universität Leipzig
vorgelegt von

Ferdinand-Paul Martin
aus Dresden.

Mit 16 Abbildungen.

Dresden 1910.
Hellmuth Henkler's Buchdruckerei (Johannes Henkler).

Gedruckt mit Genehmigung der durch die ordentlichen Professoren der Königlichen Tierärztlichen Hochschule zu Dresden verstärkten medizinischen Fakultät zu Leipzig.

Leipzig, am 24. Februar 1910.

Referent:
Herr Geheimer Rat Professor Dr. med. et phil. Ellenberger.

Meinen lieben Eltern

in Dankbarkeit und Verehrung.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546827_0126

Der Darmkanal des Menschen und der Tiere ist, wie eine reiche Literatur bezeugt, in histiologischer Beziehung schon sehr oft der Gegenstand mikroskopischer Untersuchungen gewesen. Die Untersuchungen erstreckten sich entweder auf den gesamten Bau der Darmwand oder sie betrafen ganz bestimmte Fragen, z. B. nur den Bau des Darmepithels, den Bau der Zotten, die Nerven der Darmwand usw. Den betreffenden Forschern diente als Untersuchungsobjekt in der Regel die Darmwand nur einer Tierart, z. B. des Hundes, des Kaninchens, des Frosches usw., oder des Menschen, seltener wurde die Darmwand einer größeren Reihe von Tierarten auf eine bestimmte Frage oder bezüglich des gesammten Baues in vergleichendem Sinne systematisch untersucht. Gerade die größeren Haussäugetiere sind in dieser Beziehung stiefmütterlich behandelt worden. In den Lehr- und Handbüchern der Anatomie der Haustiere wie auch in den Lehr- und Handbüchern der Histiologie des Menschen, in dem einzigen Werke über die Histiologie der Haussäugetiere von Ellenberger und in den vergleichenden Histiologieen, sowie auch in den Hand- und Lehrbüchern der Physiologie des Menschen und der Tiere, der Zoologie und der vergleichenden Anatomie findet man viele zerstreute Angaben über diesen oder jenen Punkt bezüglich des Baues der Darmwand der Haustiere und einzelner Teile derselben. In vergleichendem Sinne gehaltene Spezialarbeiten über den Bau der Darmwand der Haustiere liegen aber nur wenige vor. Soweit ich die Literatur zu übersehen vermag, sind eingehende derartige vergleichende Untersuchungen nur in dem unter der Leitung vom Geheimen Rat Ellenberger stehenden physiologischen Institute der Tierärztlichen Hochschule zu Dresden vorgenommen und in ihren Ergebnissen publiziert worden. Es ist selbstverständlich, daß diese Untersuchungen, da sie die ersten ihrer Art waren und da sie sich auf ein so reiches Untersuchungsmaterial zu erstrecken hatten, keine lückenfreien und vollständigen Ergebnisse liefern konnten, und daß kontrollierende Untersuchungen bezüglich der Richtigkeit verschiedener Angaben der Untersucher notwendig geworden waren. Dazu kommt, daß neuere im erwähnten Institute angestellte mikroskopische Untersuchungen über das Vorkommen der

mit unbewaffnetem Auge erkennbaren Einzelfollikel und der gehäuften Follikel Ergebnisse geliefert haben, die eine mikroskopische Kontrolle unerläßlich erscheinen ließen.

Geheimer Rat Professor Dr. Ellenberger machte mich Ostern 1905 auf diese Tatsachen aufmerksam und gab mir den Rat, vergleichend-histiologische Untersuchungen über den Bau der Darmwand der Haussäugetiere anzustellen, dieselben aber nur auf die Lösung einiger bestimmter Fragen und nicht auf den gesamten Bau der Darmwand zu erstrecken, und dabei die in der Literatur über die betreffenden Punkte bereits vorliegenden Angaben zu kontrollieren. Zugleich gab er mir eine lange Reihe spezieller auf einzelne Teile der Darmwand bezügliche Fragen und Gesichtspunkte für die Untersuchung, die ich im Folgenden anführen will.

Die Darmwand besteht bekanntlich aus einer Schleimhaut, einer Muskelhaut und einer serösen Haut. Die Schleimhaut (Tunica mucosa) zerfällt in ein Stratum (Lamina) epitheliale, Stratum glandulare, subglandulare, musculare und submucosum; die Muskelhaut (Tunica muscularis) in eine äußere longitudinale dünnere und in eine innere zirkuläre dickere Muskel- und eine zwischen beiden liegende dünne intermuskuläre Bindegewebsschicht; die Serosa in eine lockere Subserosa und die außen mit Plattenepithel bedeckte Propria serosae.

Das Stratum epitheliale (Oberflächenepithel) besteht aus zwei Zellarten, den mit einem Stäbchensaum versehenen Zylinderzellen (Saumzellen) und den Becherzellen. Bezüglich dieser Schicht sollte ich die Fragen lösen, ob sich das Oberflächenepithel des Dickdarmes der Haustiere von dem des Dünndarmes unterscheidet, ob feinere Unterschiede bestehen zwischen dem Epithel der Zotten und dem der Drüsen, ob der Reichtum an Becherzellen in konstanter Weise verschieden ist zwischen Dünn- und Dickdarm- und zwischen Oberflächen- und Drüsenepithel, ob überhaupt, und dann in welchem Sinne Becher- und Zylinderzellen miteinander verwandt sind. In Bezug auf das Drüsenepithel war festzustellen, ob der Stäbchensaum im Dickdarme fehlt, oder ob er dort im Falle seines Vorhandenseins verschieden von dem des Dünndarmes ist, ob er sich in die Lieberkühn'schen Drüsen hineinerstreckt, beziehentlich wie tief er in diese geht, und ob er von dem des Zottenepithels verschieden ist.

Vor allen Dingen soll aber darauf geachtet werden, ob im Fundus der Darmeigendrüsen eine besondere Art von Zellen vorkommt, und ob im Falle ihres Vorkommens diese Zellen allen Haustieren eigen sind, und mit den bei Mensch und verschiedenen Säugetieren, besonders bei den Nagetieren vorkommenden Körnchenzellen, den sogen. Paneth'schen Zellen identisch sind oder nicht.

Auch sollen, falls sich solche bei den Haussäugetieren finden, die Verwandtschaftsverhältnisse zwischen diesen und den beiden Arten der Oberflächenepithelzellen erörtert werden.

Bezüglich der Darmeigendrüsen sollte noch festgestellt werden, ob in Bezug auf die äußere Form und die Größe Verschiedenheiten bei den einzelnen Tierarten bestehen, ob sie bei allen Tieren gerade

oder bei einigen Tierarten geschlängelt verlaufen, ob sie stets ungeteilte unverästelte Einzeldrüsen darstellen, oder ob sie sich bei einer oder der anderen Tierart verästeln und als verästelte Einzeldrüsen in die Erscheinung treten, ob sie gerade oder schief verlaufen, und dergleichen mehr.

Sodann wären die Unterschiede zwischen Dünn- und Dickdarmdrüsen bezüglich der Länge, Weite, Art des Verlaufs etc. festzustellen. Dabei würde auch das Drüsenepithel daraufhin zu prüfen sein, ob es identisch mit dem der Oberfläche, ob es im Dünn- oder Dickdarm gleich ist in Bezug auf den Reichtum an Becherzellen usw. Auch ist der Sitz der Becherzellen festzustellen, ob sie reichlicher in den oberen oder unteren Partieen der Drüse vorkommen, ob sie im blinden Drüsenende (Drüsenfundus), namentlich in den Dünndarmdrüsen fehlen, und dergleichen mehr.

Bezüglich der Zotten sollten nur die Größenverhältnisse bei den verschiedenen Tierarten und die Frage des Verhaltens der Zottenmuskulatur festgestellt werden; weitere vergleichende Untersuchungen über den feineren Bau des Zottenstromas sollten als zu weitführend nicht vorgenommen werden. Das Verhalten der Blutgefäße der Zotten bei den einzelnen Tierarten muß einer anderen Untersuchung vorbehalten bleiben.

In Betreff des Stratum subglandulare (granulosum seu cellulare) soll festgestellt werden, ob dasselbe sich gleichartig im Dünn- und Dickdarm vorfindet, und ob es bei allen Tierarten und an allen Stellen gleich mächtig ist. Auch soll dabei nach dem Vorhandensein eines Stratum compactum bei den Haustieren geforscht werden. Bezüglich der Lamina (Muscularis) mucosae sind die Schichtung und die Dickenverhältnisse bei allen Darmteilen und bei allen Tierarten festzustellen.

Das Gleiche sollte für die Tunica muscularis erörtert werden.

Am Enddarm sollte festgestellt werden, in welcher Entfernung vom After die Darmeigendrüsen verschwinden, wo das Epithel zum Plattenepithel wird, wie der Uebergang in die Cutis stattfindet und dergl. mehr.

Nachdem ich genügend Material gesammelt und dies durch die verschiedensten Fixationen und Färbungen mir für meine Zwecke geeignet gestaltet, auch eingehende Studien über die einschlägige Literatur angestellt hatte, begann ich meine Untersuchungen im Jahre 1905 während meiner Studienzeit. (Ich befand mich erst im dritten Studiensemester.) Das Sommersemester 1906 widmete ich unter Aussetzung meiner Fachstudien ausschließlich den begonnenen histiologischen Untersuchungen der Darmwand der Haustiere. Die Resultate dieser Untersuchungen legte ich in zwei Artikeln nieder, die im Archive für wissenschaftliche und praktische Tierheilkunde im Bande XXXII, 1906 (218), beziehentlich im Bande XXXIII, 1907 (219) erschienen, und Gestalt, Lage und Länge der Darmeigendrüsen und der Zotten sowie die Membrana propria, ferner die Strata subglandularia und die Muscularis mucosae behandelten.

Da ich meine Untersuchungen zunächst abbrechen mußte und da es unwahrscheinlich erschien, daß ich später das sehr weitgefaßte Thema vollständig würde bearbeiten können, so veranlaßte der Direktor unseres Institutes drei andere Laboranten, die Herren Trautmann, Schumann und Mladenowitsch, Untersuchungen über einige der mir gestellten Fragen inzwischen vorzunehmen, wobei zugleich die Ergebnisse meiner bisherigen Untersuchungen einer Kontrolle unterzogen wurden. Bei diesen Untersuchungen wurden aber nach Anordnung des Institutsdirektors für mich speziell die Untersuchungen über das Oberflächen- und Drüsenepithel und besonders die über das Vorkommen und Verhalten der Drüsengrundzellen (der Paneth'schen Körnchenzellen) reserviert, welche Untersuchungen ich auch bereits begonnen hatte, als die drei andern Arbeiten in Angriff genommen wurden. Ehe ich meine Arbeiten weiter aufnehmen konnte, wurden die Untersuchungen von Trautmann, Schumann und Mladenowitsch zum Abschluß gebracht und deren Ergebnisse publiziert.

Die Untersuchungen Trautmanns (350, 398, 399, 400) — Beiträge zur vergleichenden Histiologie des Dünndarms der Haussäugetiere — bezogen sich speziell auf den Dünndarm; die Arbeit behandelt die Muskelelemente und das elastische Gewebe, das Vorkommen und das mikroskopische Verhalten der Lymphknötchen und der Strata subglandularia im Dünndarme und bespricht schließlich die Identität der Pylorus- und Duodenaldrüsen.

Schumann (314) — Beiträge zur vergleichenden Histologie des Enddarmes und des Ueberganges des Mitteldarmes in den Enddarm der Haussäugetiere — behandelt im großen ganzen dieselben Fragen für den Enddarm und den Uebergang des Mitteldarmes in den Enddarm.

Mladenowitsch (231) — Vergleichende anatomische und histiologische Untersuchungen über die Regio analis und das Rectum der Haussäugetiere — bespricht alle Schichten des Rectums vom Oberflächenepithel bis zur Serosa, sowie die Verhältnisse des Afters, die Analdrüsen usw.

Ehe ich die Ergebnisse meiner neueren Untersuchungen über das Oberflächen- und Drüsenepithels des Darmkanals bespreche, sollen zunächst die Ergebnisse meiner früheren Untersuchungen kurz geschildert werden, wobei ich zugleich die Resultate der Untersuchungen meiner drei genannten Mitarbeiter, soweit dies notwendig ist, berücksichtigen werde.

In meiner ersten Arbeit (218), die sich mit Gestalt, Lage und Länge der Darmeigendrüsen und der Zotten, sowie der Membrana propria beschäftigt, waren die Gesichtspunkte, auf die ich bei der Untersuchung mein Augenmerk richtete, etwa folgende. Es sollte festgestellt werden:

1. ob die Darmeigendrüsen einfache unverästelte Drüsen bei allen Haustierarten sind, oder ob sie sich bei einer oder der anderen Tierart teilen oder gabeln;

2. ob eine subepitheliale cuticulare kernlose Basalmembran vorhanden ist und ob sich an dieser eine besondere kontraktile, d. h. Muskelfasern [oder kontraktile Korbzellen (Basalzellen)] enthaltende Drüsenscheide als periglanduläre Umhüllung abhebt, oder ob sich der Basis der Drüsen eine bindegewebige, etwa lamelläre, kernhaltige Membrana propria direkt ohne Vermittelung einer cuticularen, strukturlosen Basalmembran anschließt;

3. ob die Darmeigendrüsen einen Ausführungsgang besitzen oder nicht;

4. ob bei den einzelnen Haustieren Unterschiede bezüglich des Vorkommens der Darmeigendrüsen der Zahl nach auf einer bestimmten Flächeneinheit zu beobachten sind;

5. wie die Drüsen verlaufen, ob gerade oder schief, oder ob sie sich schlängeln oder etwa aufknäueln;

6. ob sie am blinden Ende alveolenartig oder in anderer Weise erweitert sind, oder ob auch seitliche Alveolen vorkommen;

7. wie lang die Drüsen bei den verschiedenen Tierarten sind; beziehentlich wie dick das Stratum glandulare ist.

Auf Grund der Ergebnisse meiner Untersuchungen habe ich in dem von mir verfaßten Artikel diese Fragen in folgender Weise beantwortet und zwar zunächst die Frage:

„1. ob die Darmeigendrüsen einfache unverästelte oder geteilte und gegabelte Schläuche darstellen," dahingehend daß bei allen Haustieren mit Ausnahme des Hundes, somit bei den Einhufern, den Wiederkäuern, bei Schwein und Katze einfache Gabelungen der Drüsenschläuche vorkommen, und zwar meist nahe dem unteren Ende, daß dagegen mehrfache Verästelungen, wie sie Sappey (294 u. 296) beim Rinde beschreibt, bei keinem der erwähnten Tiere vorkommen. Schumann (314) fand im Dickdarm von Pferd, Hund, Katze und Schwein nie Gabelungen, während er bei den Wiederkäuern wenn auch äußerst selten Gabelungen konstatieren konnte. Es handelt sich dabei um eine einfache Teilung der Drüse in zwei Schläuche im unteren Drittel, eine mehrfache Verästelung fand er im Gegensatz zu Sappey nicht. Mladenowitsch (231) beobachtete bei den Rektaldrüsen eine Teilung des Drüsenschlauches sehr oft, sie ist nach ihm an ein und demselben Präparat oft an vielen Stellen sichtbar und erfolgt immer erst gegen den Schlauchgrund und zwar zwei- oder dreiästig. Die Gabelungen, die wir drei sahen, vollziehen sich nicht oben, also nicht nahe der Drüsenmündung beziehentlich nahe dem Spatium intervillusum, sondern stets nahe dem blinden Ende der Drüse, oder zum mindesten im zweiten Drittel der unteren Hälfte des Drüsenschlauches.

2. Den Glandulae intestinales proriae fehlt eine cuticulare Basalmembran, sie besitzen aber eine bindegewebige Membrana propria, der sich Muskelzellen an- event. einlagern.

3. Bezüglich des Vorkommens von Ausführungsgängen in den Glandulae intestinales propriae fand ich folgendes:

Betrachtet man einen Schnitt durch den Dünndarm so sieht man an den Drüsenschläuchen zwei verschiedene Partien, eine kurze obere, mit Oberflächenepithel ausgekleidete Partie, und einen längeren, mit dem eigentlichen Drüsenepithel austapezierten Abschnitt, sodaß man leicht verführt wird, den oberen Abschnitt als den Drüsenausführungsgang zu betrachten. Eine genauere Untersuchung lehrt aber folgendes: Die Darmzotten haben im allgemeinen eine kegelförmige Gestalt, und zwar bei manchen Tierarten derart daß sie geradezu aus einem oberen, mehr fingerförmigen und einem unteren, erheblich breiteren Abschnitte bestehen, die natürlich allmählich in einander übergehen. Mit den oberen dünneren Partien liegen also die Zotten weit auseinander, es bleiben hier große intervillöse Räume, die man nicht zu den Drüsen rechnen darf. Die dickeren basalen Teile der Zotten liegen erheblich näher an einander und lassen nur enge, röhrenförmige Räume zwischen sich, die man sehr wohl im basalen Teile als Ausführungsgänge der Drüse deuten kann, die es aber tatsächlich nicht sind. Die Tubuli der Darmeigendrüsen besitzen also einen speziellen und zu diesem Zwecke in seinem Epithelbelage modifizierten Ausführungsgang nicht. Diesen Ausführungen schließen sich Schumann und Mladenowitsch im wesentlichen an. Im übrigen komme ich später noch einmal auf diese vielumstrittene Frage zurück, besonders da die Drüsennatur der Darmeigendrüsen von manchen Autoren bestritten wird, die sie als „Krypten" bezeichnen und sie zum Teil den Magengrübchen gleichstellen.

4. Bezüglich des Vorkommens der Darmeigendrüsen der Zahl nach, d. h. also bezüglich der regulativ mehr oder weniger dichten Stellung, lassen sich bei den einzelnen Haustieren Unterschiede bemerken, indem wir bei den Carnivoren ungemein dicht gesteckte Tubuli konstatieren, sodaß bei diesen Tieren das interglanduläre Gewebe stark in den Hintergrund tritt. Hierauf folgen die Wiederkäuer, während bei den Einhufern und dem Schweine interglanduläres Gewebe in ziemlich breiten Zügen zwischen die Tubuli eingelagert ist. Nach Mladenowitsch hingegen sind bei Ziege und Schaf die Interglandulärepten am größten. Bei denselben fehlen oft an kleinen Stellen die Drüsen. Dieses stellenweise Fehlen von Drüsen erklärt sich Mladenowitsch damit, daß an diesen Stellen stark entwickelte Solitärknötchen gesessen haben, die die Drüsen an diesen Stellen gänzlich verdrängt haben, und dann selbst verschwunden sind. Es wurde also bei den Einhufern und dem Schweine ein relativ weniger zahlreiches Vorhandensein von Darmeigendrüsen auf gleicher Fläche als bei den Fleischfressern und den Wiederkäuern beobachtet. Auch in diesem Punkte stimmt mir Schumann völlig bei. Auch örtliche Verschiedenheiten lassen sich bei ein und demselben Tiere konstatieren, worauf schon Lipsky (208) beim Kaninchen hingewiesen hat, bei dem die Darmeigendrüsen im Dickdarm spärlicher auftreten sollen als im Dünndarm. Auch ich fand ganz im allgemeinen, daß im Dickdarme, und da besonders im Coecum, die Zahl der Darmeigendrüsen erheblich geringer ist als im Dünndarme. Für den Dickdarm hat inzwischen Mladenowitsch meine Befunde ergänzt; nach

ihm sieht man im gleichen Gesichtsfelde bei gleicher Vergrößerung (Ocular 2 Objektiv D. Zeiß) bei Rind und Schwein 5—6, bei anderen Tierarten 6—7 Drüsen in einem Gesichtsfelde.

5. Nach meinen Untersuchungen ist der Verlauf der Drüsenschläuche (der Glandulae intestinales propriae), auf den das Vorkommen von Lymphknötchen einen großen Einfluß hat, folgender:

a) beim Pferde verlaufen sie leicht geschlängelt im Dünndarme; außerdem münden die Drüsen meist schiefwinklig zur Oberfläche der Mucosa aus; anders im Dickdarm, wo die Tubuli fast völlig gestreckt und rechtwinklig zur Darmwand verlaufen. Nach Schumann verlaufen sie im Dickdarm völlig gestreckt, sollen aber im Rektum, wie Mladenowitsch neu feststellte, unter Umständen die Muscularis mucosae durchbrechen und bis in die Submucosa reichen.

b) Beim Esel verhalten sich die Tubuli im Dünn- und Dickdarm wie die Tubuli im Dickdarm des Pferdes.

c) Beim Rinde verlaufen die Drüsen im Dünn- und Dickdarm leicht geschlängelt, nur im Rektum mehr oder weniger gestreckt, auch ist hier die Ausmündung rechtwinklig.

d) Ein ähnliches Verhalten zeigt das Kalb.

e) Das Schaf besitzt im Dünn- und Dickdarm Drüsen, die in ihrem dem Darmlumen abgekehrten Drittel einen ziemlich stark geschlängelten Verlauf nehmen, während das dem Darmlumen zugekehrte Drittel nur leicht gebogen erscheint. Schumann fand zwischen der Schlängelung der Drüsen bei Rind und Schaf insofern einen Unterschied, als bei ersterem der ganze Tubulus in geringen Biegungen verlaufen soll, während beim Schaf nur eine geringgradige Schlängelung, meistens nur in der Nähe des Drüsenfundes zu beobachten sein soll.

f) Die Tubuli der Darmeigendrüsen der Ziege nehmen im ganzen Darm einen ungemein unregelmäßigen Verlauf. Man findet ziemlich gestreckte Tubuli neben gebogenen oder geknickten oder stark geschlängelten Drüsenschläuchen. Von den Tubuli der Darmeigendrüsen unterscheiden sie sich einmal durch den unregelmäßigen Verlauf, sowie dadurch, daß den geschlängelten Tubuli das dem Darmlumen zugekehrte, gestreckte Drittel fehlt. Dieses Mündungsdrittel zeigt vielmehr ebenfalls einen geschlängelten Verlauf. Daß bei Schaf und Ziege nicht einmal die Rectaldrüsen gestreckt verlaufen, bestätigt auch Mladenowitsch.

g) Die Glandulae intest. prop. des Hundes nehmen einen völlig gestreckten Verlauf, ebenso

h) wie die der Katze, was auch Schumann bestätigt.

i) Beim Schweine sind die Darmeigendrüsen im Dünndarm stärker, im Cökum und Kolon weniger stark geschlängelt, des öfteren nur einfach gebogen, im Rektum fast gestreckt. Im allgemeinen bestätigt auch Schumann die von mir fast bei allen Tieren beobachtete Tatsache, daß rektumwärts bei allen Tieren insofern eine Änderung eintritt, als der Verlauf der Drüsen ein gerader wird.

Mladenowitsch macht darauf aufmerksam, daß an gewissen Stellen der sonst gestreckte Verlauf der Drüsen einem geschlängelten

gewichen ist, ohne daß dies durch Lymphknötchen, bei deren Vorhandensein das selbstverständlich wäre, bedingt ist. Mladenowitsch erklärt es für wahrscheinlich, daß diese lokale Abweichung des Drüsenverlaufes durch früher dagewesene, jetzt verschwundene, also durch nur temporär vorhanden gewesene Solitärknötchen bedingt worden ist.

6. Weder am blinden Ende der Tubuli, noch seitlich an ihnen sind wirkliche Alveolen oder alveoläre Ausbuchtungen zu beobachten. Nur bei Hund und Katze fand ich bisweilen im Dickdarm den Fundus der Darmeigendrüsen erweitert und das Epithel an dieser Stelle niedriger. Die gleiche Beobachtung machte R. Zipkin (380) am Dünndarme von Inuus rhesus. Schumann bestätigte diesen Befund besonders für den Hund, Mladenowitsch für das Rektum vom Hund und Schwein. Letzterer fand bei Schwein und Hund im Gegensatze zu mir zuweilen seitliche alveolenartige Ausbuchtungen der Drüsenwand.

7. Über die Dicke der Schicht der Darmeigendrüsen stellte ich fest, daß sie betrug:

	im Dünndarm	im Dickdarm
von Pferd	119 — 442 μ.	225 — 449 μ.
„ Esel	323 — 595 „	425 — 612 „
„ Rind	289 — 425 „	374 — 646 „
„ Schaf	204 — 255 „	258 — 291 „
„ Ziege	85 — 221 „	238 — 357 „
„ Schwein	285 — 374 „	289 — 425 „

Bei Hund und Katze schwankt die Dicke der Drüsenschicht in den einzelnen Partien des Dünndarmes, wie bei keinem anderen Tiere, innerhalb weitester Grenzen, sodaß ich für Duodenum, Jejunum und Ileum drei gesonderte Messungen vornehmen mußte. Dieselben ergaben: im Duodenum 853 — 965 μ, im Jejunum 558 — 612 μ und im Ileum 87 — 211 μ. Im Dickdarm des Hundes beträgt die Länge der Tubuli 340 — 591 μ.

Auch bei der Katze nimmt die Länge der Drüsenschicht vom Duodenum nach dem Ileum zu ab, jedoch nicht so beträchtlich wie beim Hunde. Im Duodenum und Jejunum schwankt die Stärke dieser Schicht zwischen 340 und 425 μ, im Ileum nur zwischen 204 und 272 μ. Im Dickdarm konstatierte ich eine Stärke von 357 — 476 μ. Da bei den Fleischfressern die Drüsen im großen und ganzen gerade verlaufen, so fällt bei ihnen die Dicke der Drüsenschicht mit der Länge der Schläuche zusammen. Anders ist es bei den übrigen Haustieren, bei denen die Drüsen, da sie nicht gerade gerichtet sind, meist länger sind, als meine Zahlen angeben.

Nach meinen Messungen ist die Drüsenschicht am stärksten im Duodenum des Hundes. Dann folgen der Reihe nach das Jejunum des Hundes, Dickdarm des Esels, Rindes, Hundes, Duodenum des Esels, Dickdarm, Duodenum und Jejunum der Katze, Dünn- und Dickdarm des Pferdes, Dünndarm des Rindes, Dickdarm des Schweines und des Schafes. Zuletzt kommen Dünndarm des

Schweines, Dickdarm der Ziege, Ileum der Katze, Dünndarm des Schafes, Ileum des Hundes; die dünnste Drüsenschicht hat die Ziege im Dünndarm. Alle diese Messungen und Untersuchungen über die Stärke der Drüsenschicht bez. die Länge der Glandulae intestinales propriae kontrollierte Schumann für den Enddarm und bestätigte sie vollkommen.

Bezüglich der Verhältnisse der Zotten stellte ich folgende Resultate fest:

Beim Pferde steht jede Zotte für sich auf der Schleimhaut wie die Halme eines Ährenfeldes auf dem Boden. Bei Rind, Hund und Katze findet sich als Andeutung von Zottenleisten nicht selten die Verschmelzung zweier Zottenbasen. Bei Schwein, Ziege und Schaf fanden sich ausgeprägte Zottenleisten; am wenigsten beim Schweine, am stärksten beim Schafe.

Der Gestalt nach sind die Zotten teils fingerförmig mit breiter Basis und einer schwachen Endverjüngung nach dem abgerundeten freien Ende, teils keulenförmig oder kolbig, indem auf die breite Basis eine halsartige Einschnürung folgt, die in eine kantenförmige übergeht. Natürlich sind die Zotten bei verschiedenen Tieren verschieden geformt, ebenso schwankt ihre Gestalt nach der Darmregion innerhalb gewisser Grenzen.

Nach meinen Untersuchungen haben die Zotten des Pferdes einen dicken, fast genau zylindrischen Basalteil, der plötzlich in eine mehr oder weniger abgerundete Kuppe übergeht. Die Zotten des Esels sind schlanker als die des Pferdes. Außerdem geht der basale Teil mehr allmählich in die Spitze über, die weniger abgerundet, sondern öfter geradezu zugespitzt erscheint. Beim Schweine fand ich sowohl ziemlich dicke, als auch sehr schlanke, an ihrem oberen Ende meist in eine Spitze, selten rund oder gar kolbig endende Zotten.

Die Zotten des Rindes sind länger und schmäler, schlanker und zierlicher als die des Pferdes; ähnlich sind die des Kalbes. Beim Schafe sind die Zotten kurz, breit und plump, oft nur als Fältchen erhoben, oben meist mehr oder weniger stumpfrund. Vollständig von der Norm weichen die Zotten der Ziege ab, wie von Schriever (313) eingehend beschrieben ist.

Die Zotten der Fleischfresser sind die größten unter den Haustieren, wenigstens beim Hunde. Meist sind sie an der Basis beträchtlich dicker als an der Spitze, zum Teil sind sie oben und unten gleich breit, würden also zylindrisch oder prismatisch sein. Dabei sind sie stets sehr dünn.

Die Zotten der Katze fand ich im allgemeinen kürzer als die des Hundes, sonstige typische Unterschiede bemerkte ich nicht. Nur im Duodenum fand ich sie sehr kurz und meist keulenförmig, während sie sich im übrigen Dünndarm teils keulenförmig mit Einschnürung an der Basis, teils kegelförmig repräsentieren.

Nach meinen Messungen haben die Fleischfresser die längsten Zotten, und zwar hat die Katze die längsten, besonders im Duodenum. Dann folgen die Einhufer, der Esel mit einer durchschnittlichen

Zottenlänge von 692 μ, das Pferd mit 520 μ. Hierauf folgt das Schwein mit 500 μ, während alle Wiederkäuer etwa gleichlange Zotten haben (Schaf 317 μ, Ziege 303 μ, Rind 298 μ, Kalb 288 μ). Die größte Zottenbreite haben Esel, Pferd, Katze und Ziege. [Näheres siehe in meiner Arbeit (218).]

In der zweiten Mitteilung (219) behandle ich die Strata subglandularia und die Lamina muscularis mucosae.

Die blinden Enden der Darmeigendrüsen reichen entweder bis direkt an die Oberfläche der Muscularis mucosae und senken sich dann sogar oft noch etwas in diese ein, oder es bleibt zwischen beiden ein Zwischenraum, der durch eine bestimmte Gewebsmasse ausgefüllt ist. Diese Zwischenschicht wird als Stratum subglandulare bezeichnet. Bei gewissen Tieren zerfällt dieses Stratum wieder in Substrata, und zwar trifft man in diesem Falle meist ein oberflächliches Stratum cellulare seu granulosum und ein tieferes Stratum compactum. Das erstere besteht aus cytoblastischem Gewebe, d. h. aus retikuliertem Bindegewebe mit reichlich eingelagerten Lymphocyten. Die tiefere, direkt der Muscularis mucosae anliegende Schicht hat ein gleichmäßiges Aussehen und ist zellarm.

Das Hauptergebnis meiner über die subglandulären Schichten angestellten Beobachtungen geht dahin, daß ich außer bei den Einhufern und den Fleischfressern nichts gefunden habe, was mich dazu berechtigte, das Vorkommen eines Stratum granulosum oder überhaupt irgend einer subglandulären, zwischen dem blinden Ende der Propriadrüsen und der Lamina muscularis mucosae gelegenen, wohl charakterisierten Schicht anzunehmen. Man sieht bei den Wiederkäuern und beim Schwein im Gegenteil oft, daß die blinden Enden der Darmeigendrüsen nicht nur bis an die Muscularis mucosae heranreichen, nein, daß sie sogar in dieselbe hineinragen, daß also der Drüsengrund in der Muscularis mucosae sitzt und rundum von Muskelgewebe umgeben ist, was ja auch Mladenowitsch im Rektum fand. Bei oberflächlichem Betrachten kann ein Stratum subglandulare bei Tieren, die keines besitzen, leicht vorgetäuscht werden. Ich verweise diesbezüglich auf meine in der Originalarbeit enthaltenen Ausführungen.

Meine Untersuchungen haben mit Sicherheit ergeben, daß bei Rind, Schaf, Ziege und Schwein ein Stratum subglandulare nicht vorhanden ist, daß vielmehr die Drüsen die Muscularis mucosae überall mit ihren blinden Enden mindestens erreichen.

Das cytoblastische Gewebe, welches einige Autoren bei diesen Tieren als unter den Drüsen liegend beschreiben, liegt nicht unter, sondern zwischen den Drüsenenden. Tatsächlich kann man also von einem Stratum granulosum, aber nicht von einem sub-, sondern einem interglandulären auch bei diesen Tieren sprechen. Die tiefste Schicht der Propria mucosae bezw. des interglandulären Gewebes ist cytoblastisch und bildet das Stratum granulosum.

Bei den Einhufern und Fleischfressern erreichen die Tubuli der Darmeigendrüsen die Muscularis mucosae nie; vielmehr schiebt sich bei den Einhufern zwischen die blinden Enden der Darmeigendrüsen und die Muscularis mucosae eine bald leukozytenärmere, bald leukozytenreichere Schicht, in welcher sich oft reichlich eosinophile Körnchenzellen eingelagert finden. An fibrillärem Bindegewebe und elastischen Fasern ist diese Schicht arm. Es findet sich nur ein sehr zartfaseriges, relativ weitmaschiges bindegewebiges Netzwerk vor. Es ist also bei den Einhufern ein Stratum subglandulare zugegen. Es stimmt aber weder mit dem Stratum granulosum noch mit dem Stratum compactum der Karnivoren überein. Man kann es als ein zellarmes reticuliertes Stratum granulosum bezeichnen.

Bei den Karnivoren fand ich ein subglanduläres Stratum granulosum, das sich durch großen Reichtum an Leukozyten auszeichnet. Es setzt sich als zellreiches Stratum interglandulare ein Stück weit zwischen die Drüsenschläuche hinein fort und liegt den Drüsenenden direkt an, ja umscheidet diese sogar. Zwischen dieses Stratum granulosum der Karnivoren und die Muscularis mucosae schiebt sich eine ganz homogen erscheinende Schicht ein. Sie stellt einen schmalen, beim Hunde im Durchschnitt etwa 14 μ, bei der Katze etwa 8 μ breiten, bandartigen Streifen dar, welcher der Muscularis mucosae direkt aufliegt und mit dieser unmittelbar und fest verbunden ist.

Im Dickdarm kommt bei Hund und Katze ein zusammenhängendes Stratum compactum von der Dicke wie im Dünndarm nicht vor, doch kann man diese dünnen Bindegewebezüge als Fortsetzung des Stratum compactum des Dünndarms, als ein dünnes Stratum fibrosum auffassen. Dies ist um so begründeter, weil ich diese dünne, subglanduläre (bzw. supramuskuläre) Faserlage auf der Muscularis mucosae im Dickdarm der Tierarten, die ein Stratum compactum nicht besitzen, nicht festzustellen vermochte.

Schumann (314), Trautmann (350) und Mladenowitsch (231) bestätigen meine für Rind, Schaf, Ziege und Schwein gemachten Beobachtungen. Bezüglich der Fleischfresser stimmt Schumann mir nicht vollkommen zu, insofern, als er bei der Katze (im Enddarm) kein Stratum granulosum finden konnte, während Trautmann im Dünndarm sowohl der Katze als des Hundes ein leicht nachweisbares und gut ausgebildetes Stratum granulosum fand. Auch das Stratum compactum konnte Schumann bei der Katze nicht überall nachweisen.

Bezüglich der Lamina muscularis mucosae stellte ich folgendes fest:

1. Die Muscularis mucosae zieht bei den Wiederkäuern und dem Schwein dicht unter den Darmeigendrüsen hin, es schiebt sich nur eine ganz geringe Menge von Bindegewebe zwischen Drüsen und Muscularis mucosae. Bei den Karnivoren liegen zwischen Lamina glandularis und Muscularis mucosae das Stratum granulosum und compactum und bei den Einhufern nur ein Stratum granulosum.

2. Bei allen Haussäugetieren ist die Muscularis mucosae durch den ganzen Darmkanal hindurch zweischichtig und besteht aus kontinuierlichen, durch Bindegewebe zusammengehaltenen Bündeln glatter Muskulatur. Nur in der Pars duodenalis, der Duodenal-Drüsenzone des Dünndarms, konstatierte ich oft, daß die Muscularis mucosae förmlich aufgefasert war, oder daß sie sich mehr oder weniger in die Schicht der Glandulae intestinales propriae und duodenales hinein schob, oder als zusammenhängende Schicht ganz und gar fehlte. In ihrer Hauptmasse liegen die Duodenaldrüsen submukös; daher durchbrechen ihre Ausführungsgänge die Muscularis mucosae. Dazu kommt aber noch, daß letztere stets Aeste bzw. Muskellamellen oder -balken in die Submucosa senden, die sich zwischen die Drüsenläppchen einsenken, die Tubuli und auch die ganze Drüse umgeben usw. Zugleich aber gehen Muskelfaserbündel in die Propria hinauf, die sich den Darmeigendrüsen und den Gängen der Duodenaldrüsen anlegen und teilweise zu den Zotten ziehen. Vielfach bildet sich auch schon der Körper der Duodenaldrüsen in den tieferen Schichten der Propria mucosae und reicht, die Muscularis mucosae durchbrechend, mit dem Hauptteile in die Submucosa. An solchen Stellen kann natürlich eine deutliche Muscularis mucosae nicht gefunden werden. Nach vorstehendem ist es klar, daß in der ganzen Duodenaldrüsenzone des Darmes Störungen im Faserverlaufe der Muscularis mucosae häufig sind und daß die Messungen ihrer Mächtigkeit keine klaren und verwertbaren Resultate geben können; denn überall da, wo Duodenaldrüsen sind, schalten sich Muskellamellen und -balken von der Muscularis mucosae ab, wodurch diese natürlich dünner wird. Erst dort, wo Duodenaldrüsen fehlen, bleibt die Muscularis mucosae eine zusammenhängende, einheitliche Membran, deren oberflächliche Schicht allerdings ununterbrochen feine Faserzüge in die Propria mucosae sendet. Dadurch wird aber die Einheitlichkeit der Schicht kaum gestört. Bezüglich der Stärke der Muscularis mucosae stimmen meine Angaben mit denen Schumanns fast ganz überein, während die Trautmanns in manchen Punkten von den meinigen abweichen.

1. Beim Pferd konnte ich im Duodenum keine exakten Messungen vornehmen, weil die große Menge intermuskulären Gewebes die Muskelschicht in mehr oder weniger dicke Bündel bzw. Lamellen auseinanderdrängte und weil sich auch zwischen Kreis- und Längsfaserschicht so viel Bindegewebe befand, daß der Zusammenhang der beiden Substrata ein sehr lockerer war. Dieselbe Beobachtung machte Trautmann, nur fand er wenigstens einige Stellen, an denen sich die Muscularis mucosae wenigstens mit einiger Genauigkeit messen ließ, und kam dabei zu einem Resultate, das mir natürlich entgehen mußte, — daß im Duodenum die Musc. mucosae am stärksten ist. Die Messungen, deren zahlenmäßige Angaben man in meiner Arbeit nachlesen wolle, ergaben folgende Resultate: 1. Im Ileum sind die beiden Schichten am stärksten. 2. Die Dicke der Kreisfaserschicht nimmt bis zum Coecumkopf ab, im Kolon zu; im

Anfangsteile des Rektums sinkt sie auf die Hälfte, um gegen dessen Ende wieder auf das Dreifache zu steigen. Die Längsfaserschicht wird bis zum Kolon dünner und von da an wieder stärker. 3. Im Dünndarm sind beide Substrata etwa gleich stark, was auch Trautmann bestätigt, während im Dickdarm mit Ausnahme des Kolons die Längsfaserschicht stärker als das Substratum internum ist. 4. Die gesamte Muscularis mucosae des Pferdes ist im Dünndarm sehr stark, am stärksten im Ileum, dann verdickt sie sich im Coecum, besonders im Coecumgrund, bleibt etwa in derselben Stärke im Kolon und Rektumanfang, um dann am Ende des Rektums doppelt so stark zu werden. Im letzteren Punkte stimmt Trautmann (350) nicht mit mir überein, insofern, als er mit Bienenfeld (21) im Gegensatz zu Schaaf (298) eine Abnahme gegen das Coecum hin konstatierte.

2. Die Verhältnisse der Muscularis mucosae des Esels gleichen vollständig denen des Pferdes. Auffallend ist bei den Einhufern im Duodenum die starke Auflösung des Muskelstratums in einzelne Muskelbündel durch Bindegewebszüge und durch die Duodenaldrüsen. Beim Esel zeigt das Substratum internum im Dünndarm ein Abnehmen, im Dickdarm eine Zunahme der Stärke ohne die Unregelmäßigkeit im Kolon des Pferdes. Ein abweichendes Verhalten zeigt aber das Substratum externum, das im Duodenum und Jejunum gleich dünn, im Ileum plötzlich doppelt so stark wird, von da allerdings das ähnliche Verhalten zeigt, wie das Substratum internum bei demselben Tiere, bezw. das Substratum externum beim Pferde, nämlich eine Stärkenabnahme, und erst im Rektum wieder ein Mächtigerwerden. Durch diese Unregelmäßigkeiten verschiebt sich auch das Verhältnis beider Substrata zu einander, indem das Substratum externum im Ileum und Kolon stärker als das internum, im Coecum und Rektum beide annähernd gleich sind, während im Duodenum und Jejunum das Substratum internum das stärkere ist. Die Muscularis mucosae als Ganzes betrachtet zeigt im Dünndarm im allgemeinen eine größere Stärke als im Dickdarm, am stärksten ist sie im Ileum; vom Caput coeci ab aber nimmt die Stärke allmählich, am Ende vom Kolon zum Rektum sogar sehr rasch zu. Diese Angaben konnten weder Schumann noch Trautmann konstatieren, da sie über kein neues Material vom Esel verfügten. Nur Mladenowitsch bestätigt im allgemeinen meinen Befund; er sagt: Beim Esel ist die Muscularis mucosae ein wenig schwächer als beim Pferde, der Dickenunterschied zwischen den beiden Schichten ist aber weniger erheblich.

3. Beim Rinde finden wir in allen Teilen des Darmes eine deutliche Trennung der Muscularis mucosae in ein Substratum longitudinale und circulare. An beiden Substraten waren Messungen ohne Schwierigkeiten vorzunehmen. Im allgemeinen ist die Muscularis mucosae in ihrer Gesamtheit im Dickdarm des Rindes beträchtlicher als im Dünndarm und stellt im Dickdarm eine relativ dicke Muskelschicht dar. Ich fand, daß das Substratum internum von geringer Stärke ist und daß diese vom Duodenum bis zum Ileum abnimmt, im Coecum plötzlich etwa auf das Dreifache steigt, um allmählich

etwa auf die Stärke im Duodenum zurückzugehen. Vor allem kommt im ganzen Dickdarm keine Stärkenzunahme vor. Anders beim Substratum externum. Dieses schwankt im Dünndarm innerhalb geringer Grenzen an Stärke, nimmt analog dem Substratum internum im Dickdarm an Stärke um zirka das Dreifache zu, um dann aber, im Gegensatz zum Substratum internum, an Stärke etwa in demselben Maße zuzunehmen, in dem das Substratum internum abnimmt. Daher ist das Verhältnis beider Substrata zu einander etwa folgendes: Im Duodenum ist das Substratum internum stärker als das Substratum externum. Im übrigen Dünndarm nähern sich die Stärkenverhältnisse beider so, daß schon im Ileum das Substratum externum stärker ist als das Substratum internum, was es noch im steigenden Maße im Dickdarm bleibt. Betrachtet man die Muscularis mucosae als Ganzes, so sieht man, daß sie vom Duodenum bis zum Coecum an Stärke zunimmt. Da an der Grenze vom Ileum zum Coecum beide Substrata etwa um das Dreifache stärker werden, so ist dies natürlich auch bei der gesamten Muscularis mucosae der Fall. Durch den Umstand aber, daß das Substratum internum etwa in demselben Maße an Stärke abnimmt, wie das Substratum externum wächst, bleibt die gesamte Muscularis mucosae etwa in derselben Stärke bis zum Rektum (eine geringe Stärkezunahme gegen den Anus hin ist zu bemerken). Schumann und Mladenowitsch befinden sich mit ihren für den Enddarm gewonnenen Resultaten mit mir in keinem Widerspruche. Anders verhält es sich mit Trautmanns Ergebnissen für den Dünndarm. Im Gegensatze zu mir fand er keine deutliche Trennung der Muscularis mucosae in zwei Substrata, vielmehr setzt sie sich nach ihm aus allen möglichen Verlaufsrichtungen der Muskelfasern zusammen; wenn auch vorzugsweise eine longitudinale und eine cirkuläre Richtung vertreten sind, so ist doch nach Trautmann die Lagerung der Längs- und Kreisfaserschicht zu einander keine konstante. Die wenigen Unterschiede, die zwischen Trautmanns und meinen Messungsresultaten bestehen, erklärt sich Trautmann daraus, daß ich überall Messungen für möglich hielt, während er nur an einzelnen Stellen genau messen zu können glaubte.

4. Bei der Ziege lehrt ein allgemeiner Überblick über die gesamte Muscularis mucosae vom Pylorus bis zum Anus sofort, daß zwar eine deutliche Trennung zwischen einem Substratum internum und externum zu sehen ist, daß diese aber an vielen Stellen und speziell im Dünndarm so gering ausgeprägt, und das Stratum internum so unscheinbar ist, daß von einer Messung desselben abgesehen wurde. Im Dickdarm ist die Differenzierung zwischen Substratum internum und externum deutlicher, aber auf nur ganz kurze Strecken besonders deutlich. Auch bei diesem Tiere findet eine Abnahme der Stärke vom Duodenum bis zum Coecum, im Dickdarm aber eine zum Teil recht bedeutende Stärkezunahme bis zum Anus hin statt.

5. Die Muscularis mucosae des Darms des Schafes verhält sich im allgemeinen wie die der Ziege. Eine Trennung in zwei Substrata ist überall wohl zu erkennen, doch mitunter so wenig scharf, daß

eine gesonderte Messung beider Substrata nicht leicht möglich war. Relativ am deutlichsten war diese Trennung im Rektum ausgeprägt. Diese Resultate zeigen, daß sich die Muscularis mucosae des Schafes verschieden von der der besprochenen Tiere verhält. Während nämlich alle Tiere eine Abnahme der Dicke der Muscularis mucosae zum Dickdarm hin und in diesem eine Zunahme nach dem Anus hin zeigten, ist dies beim Schaf gerade umgekehrt. Abgesehen von der geringen Abnahme im Jejunum steigt die Stärke der Muscularis mucosae bis zum Coecumgrunde, um dann erstaunlicherweise wieder zurückzugehen (vergl. das Verhalten der Muscularis mucosae beim Rinde). Trautmann fand bei den kleinen Wiederkäuern ein wirres Durcheinander von Muskelfasern, wodurch die Muscularis mucosae einen geflechtartigen Charakter erhielt. Eine Trennung in zwei Substrate konnte Trautmann nicht konstatieren, weshalb er sich ebenfalls — denn auch ich fand im Dünndarm das Substratum internum derart gering entwickelt, daß ich von einer gesonderten Messung Abstand nehmen mußte — begnügen mußte, nur die Stärke der gesamten Muscularis mucosae zu konstatieren. Wenigstens hierin stimmen unsere Resultate — abgesehen vom Jejunum des Schafes — annähernd überein. Schumann und Mladenowitsch erwähnen keine Abweichungen ihrer Resultate von den meinigen.

6. Auch beim Schwein ist die Trennung der Muscularis mucosae in 2 Substrata deutlich sichtbar; doch ist die innere Schicht wieder so dünn, daß von gesonderten Messungen Abstand genommen werden mußte. Das Stratum externum hingegen war stark und zwar ließ sich hier zum ersten Male ein stetig fortschreitendes Dickwachstum der gesamten Muscularis mucosae von Pylorus bis zum Anus konstatieren. Eingehende prinzipielle Unterschiede zwischen den Trautmann'schen und meinen Resultaten bestehen nicht, nur fand ich im Jejunum und Ileum die Muscularis mucosae stärker als Trautmann.

7. a) Über die Muscularis mucosae des Hundes läßt sich nur sagen, daß das Substratum internum im Dünndarm an Stärke abnimmt, und daß die gesamte Muscularis mucosae im Dünndarm stärker ist, also nicht wie bei den meisten Tieren nach dem Anus hin zu-, sondern abnimmt. Auch macht Trautmann, wie ja auch aus meinen Resultaten ersichtlich, darauf aufmerksam, daß bei diesem Tiere wieder eine Zweiteilung sehr deutlich ist. Trautmann's Messungen bestätigen im allgemeinen die meinigen im wesentlichen, ebenso wie

b) an der Muscularis mucosae der Katze. Hier ist im allgemeinen, infolge ihrer geringen Stärke, nur eine Schicht wahrzunehmen, doch lieferten auch eine Anzahl meiner Präparate den Beweis, daß an vielen Stellen deutlich zwei Muskelschichten, eine innere Kreis- und eine äußere Längsfaserschicht, ein Substratum internum und externum zu unterscheiden sind. Bei der Katze bot sich sodann das höchst interessante Bild, daß ganze Züge glatter Muzkelfasern, manchmal in ganz bedeutender Ausdehnung, sich zwischen die Duodenaldrüsen drängen, teils um glatt zwischen ihnen zu verlaufen, teils um kleinere oder größere Drüsenpakete ringförmig geschlossen oder offen zu um-

schlingen. Vergleicht man die Muscularis mucosae des Hundes mit der Katze, so fällt die bedeutende Stärke beim Hunde sofort auf. Ferner war beim Hunde die Kreisfaserschicht überall nicht nur deutlich von der Längsfaserschicht geschieden, sondern die erstere war wenigstens so stark entwickelt, daß man sie messen konnte. Bei der Katze hingegen ist die Kreisfaserschicht so dünn, daß wiederum (vergl. Schaf, Ziege und Schwein) von einer Messung Abstand genommen werden mußte. Es läßt sich auch bei der Katze das bei den meisten Haustieren konstatierte Prinzip wieder nachweisen, daß nämlich die Muscularis mucosae des Dünndarmes vom Duodenum bis zum Dickdarme an Stärke ab-, von da nach dem Anus hin wieder zunimmt.

Über die Muscularis mucosae aller Haussäugetiere läßt sich in vergleichender Betrachtung auf Grund meiner Untersuchungsbefunde folgendes sagen: Die Muscularis mucosae nimmt im Dünndarm vom Duodenum bis zum Ileum an Stärke ab beim Rind und bei der Katze; nimmt dagegen an Stärke zu (im Jejunum eventuell schwächer als im Duodenum, sodaß dann die Reihenfolge ist: Jejunum, Duodenum und am stärksten Ileum) bei Pferd, Esel, Ziege, Schaf, Schwein und Hund. Die Muscularis mucosae ist im Duodenum am stärksten bei Rind und Katze, im Jejunum beim Hunde, im Ileum beim Pferd, bei Esel, Ziege, Schaf und Schwein. Die relativ stärkste Muscularis mucosae im Dünndarm besitzt das Pferd, dann kommt der Hund, darauf der Esel. Bei den Wiederkäuern, dem Schwein und der Katze ist die Muscularis mucosae des Dünndarms im allgemeinen fast gleich dick, im Vergleich zu den oben erwähnten Tieren nur etwa $^1/_2$—$^1/_3$ so stark, am schwächsten ist sie bei der Ziege. Auch im Dickdarm besitzt das Pferd die stärkste Muscularis mucosae, dann folgen Rind, Schwein, Hund, Esel, Katze, Schaf, und abermals an letzter Stelle die Ziege. Das Pferd besitzt also nach vorstehendem sowohl im Dünn- als im Dickdarme die stärkste, die Ziege die schwächste Muscularis mucosae.

Das Stärkenverhältnis zwischen Dünn- und Dickdarm ist so, daß es a) Tiere gibt, bei denen die Muscularis mucosae im Dünndarm stärker ist als im Dickdarm; dazu gehören: Pferd (3:2), Esel (5:2) und Hund (ca. 3:2), also die Tiere, bei denen die stärkste Muscularis mucosae im Dünndarm beobachtet wurde, und b) Tiere, bei denen die Muscularis mucosae im Dickdarm mächtiger als im Dünndarm ist, und das sind: Rind (ca. 1:3), Ziege (ca. 2:3), Schaf (ca. 1:2), ebenso Schwein und Katze (ca. 4:5). Vor allem läßt sich aus meinen Messungsergebnissen bezüglich des Dickdarms fesstellen, daß mit Ausnahme des Schafes und des Hundes eine unter Umständen bedeutende Dickenzunahme gegen das Rektum hin zu bemerken ist.

Vergleicht man die Stärke der einzelnen Substrata der Muscularis mucosae bei den verschiedenen Haustieren, so ergibt sich, daß das Substratum internum (s. innere Zirkulärfaserschicht) relativ stark ist bei Pferd, Esel, Rind und Hund, während sie bei den übrigen Tieren (Schaf, Ziege, Schwein und Katze) im Verhältnisse zum Substratum externum geradezu verschwindend dünn und

so schmächtig ist, daß deren Messung kaum ausführbar war. Das relativ stärkste Substratum circulare besitzen Pferd und Esel (besonders im Dünndarme), dann folgt das Rind, dessen Substratum circulare im Dickdarm mächtiger ist als im Dünndarme, und zuletzt kommt der Hund mit einem im ganzen Darme etwa gleich stark bleibenden Substratum internum.

Anders liegen die Verhältnisse des Substratum longitudinale bei den einzelnen Haustieren: Etwa gleichstark wie das Substratum internum ist es bei Pferd, Esel, Rind und Hund; bei letzterem überwiegt schon das Substratum externum die innere Zirkulärfaserschicht; ganz bedeutend stärker, ja oft förmlich solitär erscheinend ist das Substratum externum bei Schaf, Ziege, Schwein und Katze. Auf jeden Fall ist das Substratum externum bei allen Tieren, im Gegensatz zum Substratum internum, stets deutlich wahrnehmbar.

Beide Substrata sind etwa gleich stark bei Pferd, Esel und Rind. Das Substratum externum ist etwas größer als das Substratum internum beim Hund; das Substratum externum ist unverhältnismäßig stärker als das innere bei Schaf, Ziege, Schwein und Katze.

Was den Bau der Muscularis mucosae anbelangt, so zeigen sich zwischen Pferd und Esel einerseits und den übrigen Haustieren andererseits insofern unterschiedliche Merkmale, als bei ersteren ein reichlicheres interfasciculäres Bindegewebe zu konstatieren ist, während dasselbe bei Rind, Schaf, Ziege, Schwein, Hund und Katze nur sehr spärlich auftritt. Außer den schichtenbildenden Längs- und Kreisfaserbündeln kommen auch schief bzw. schräg verlaufende Faserbündel, wenn auch in geringerer Menge, vor, die von einer Schicht zur andern ziehen.

Meine neuen Untersuchungen, deren Ergebnisse noch nicht publiziert worden sind und die ich nachstehend schildern werde, bezogen sich, wie schon betont, auf die Verhältnisse des Oberflächen- und Drüsenepithels.

Untersuchungstechnik.

Das von mir verwendete Material wurde ausschließlich in fixiertem Zustande untersucht. Die stets lebenswarmen, ja oft noch lebenden Darmteile (wie es z. B. bei den durch Chloroforminhalation getöteten kleineren Tieren wie Hamster, Maus usw. der Fall war) wurde in kleinen Würfeln von etwa 0,5 ccm Seite in den verschiedensten Fixationsflüssigkeiten fixiert.

Für die allgemeineren Untersuchungen diente in erster Linie eine heißgesättigte, wässerige Sublimatlösung mit einem Zusatze von ca. 2% Kochsalz, der beim Gebrauche einige Tropfen Essigsäure zugesetzt wurden. Die Stückchen verblieben hierin 24 Stunden, wurden ebenso lange in fließendem Wasser abgespült und dann in Alkohol von steigender Konzentration, bei 70%igem beginnend, gehärtet. Meist wurde die Einbettung in Celloidin der in Paraffin vorgezogen.

Doch diese für Organe z. B. mit viel Bindegewebe einzig mögliche, zugleich auch einfache Methode konnte mir nicht für alle meine Untersuchungen genügen, besonders dann nicht, wenn feinere Strukturverhältnisse zu studieren waren, wo es sich auf der einen Seite darum handelte, möglichst feine Schnitte zu bekommen — nicht über 5 μ stark —, auf der anderen Seite um Zellgranula darzustellen, so besonders bei der Untersuchung der Paneth'schen Zellen. So mußte ich zu anderen Methoden greifen. Es waren dies Fixation in konzentrierter wässeriger Pikrinsäurelösung, ferner in 1%iger Osmiumsäurelösung, dann in den Fixationsflüssigkeiten nach Altmann, Metzner, Flemming, Orth, Harvey und Zenker, also im wesentlichen Flüssigkeiten, in denen entweder Osmiumsäure oder Kaliumbichromat oder beides eine Rolle spielen. In diesen Fällen zog ich dann stets die Einbettung in Paraffin der in Celloidin vor, namentlich weil ich bei diesen Fixationen kleinste Stückchen der Darmwand, oft nur der Tunica propria, benützte, was die Erreichung einer möglichst geringen Schnittstärke begünstigte.

Die Methode nach Altmann benützt 5%ige Kaliumbichromatlösung und 2%ige Osmiumsäure zu gleichen Teilen, in denen kleinste Stückchen ohne Muskulatur 24 Stunden fixiert wurden. Dann wurde

in Aqua destillata, dem eine Spur Kochsalz zugesetzt war, also in einer etwa 0,1%igen Kochsalzlösung ca. 12—24 Stunden gewässert, hierauf in steigendem Alkohol gehärtet; zwischen absolutem Alkohol und Xylol kamen die Stückchen erst eine Stunde lang in eine Mischung von drei Teilen Xylol und einem Teile absolutem Alkohol, hierauf in reines Xylol; aus diesem wurden die Stückchen erst in Paraffin von 36° Schmelzpunkt, dem einige Tropfen Xylol zugesetzt waren, ungefähr 24 Stunden, dann 2 Stunden in reines Paraffin von 44°, und dann ebenfalls 2 Stunden in solches von 56° Schmelzpunkt gelegt, in welch' letzterem sie dann eingebettet wurden.

Dieselbe Einbettungsmethode wandte ich bei allen anderen Fixationen an. Bei der Methode nach Metzner, wo die Organstückchen in einem Gemisch von 1 Teile konzentrierter wässeriger Kaliumbichromatlösung und 3 Teilen einer 5%igen Osmiumsäurelösung (die Osmiumsäure war dabei nicht in Aqua destillata, sondern in einer 2%igen Kochsalzlösung gelöst) 24 Stunden lang fixiert werden, wurde in einer 2%igen Kochsalzlösung gewässert.

In Flemming'scher Lösung, die aus 15 Teilen einer 1%igen Chromsäure, 4 Teilen einer 2%igen Osmiumsäure und 1 Teile Eisessig besteht, verblieben die Organstückchen 2—3 Tage.

Eine Abweichung vom gewöhnlichen Gange ist die Fixation in konzentrierter wässeriger Pikrinsäurelösung, in der die zu fixierenden Stücke länger als 24 Stunden, tagelang in der Fixationsflüssigkeit liegen bleiben, und die überschüssige Pikrinsäure nicht in Wasser, sondern in 70%igem Alkohol ausgewaschen wird.

Gewissermaßen ein Universalgemisch benützte ich in der Harvey'schen Flüssigkeit, die aus gleichen Teilen einer 3%igen wässerigen Kaliumbichromatlösung, einer heißgesättigten Sublimatlösung, Formol und Aqua destillata besteht.

Das Orth'sche Gemisch, mit dem ich vortreffliche Resultate erzielte, ist eine mit Formol im Verhältnis von 1:9 versetzte Müller'sche Flüssigkeit (2—2½ g Kalium bichromicum, 1 g Natrium sulfuricum, 100 ccm Aqua destillata), während schließlich die Zenker'sche Flüssigkeit aus 100 Teilen der Müller'schen und je 5 Teilen Sublimat und Eisessig besteht.

Die in Celloidin eingebetteten Präparate wurden mit dem Schiefferdecker-Ebner'schen meist 10 μ, die in Paraffin eingebettetenteils mit dem Becker'schen Schlittenmikrotom, teils mit dem Henneberg'schen Kettenmikrotom meist 5 μ und weniger stark geschnitten. Die Paraffinschnitte wurden mittelst Eiweiß-Glycerin auf dem Objektträger aufgeklebt.

An Färbungen benützte ich eigentlich alle mir zugänglichen. In erster Linie für die gröberen Untersuchungen Haematoxylin und Eosin oder die Methode nach Heidenhain mittelst Eisenalaun-Weigert's Haematoxylin, meist noch mit einer Nachfärbung mittelst Mucikarmin. Wo es sich darum handelte, besonders feinere, namentlich morphologische Verhältnisse oder die chemische Natur gewisser Gebilde zu erforschen, benützte ich besondere Färbemethoden, die

ich eingehend bei den betreffenden Kapiteln bespreche (cfr. Becherzellen, Paneth'sche Zellen, eosinophile Körnchenzellen, Fig. X). Ebenso bedingten gewisse Fixationen, wie die nach Altmann, Metzner oder Flemming, besondere Färbemethoden. Die Flemming-Präparate wurden ausschließlich in Safranin und Lichtgrün gefärbt, während die Präparate, die nach Altmann und Metzner fixiert waren, nach der Altmann'schen Vorschrift entweder mit Säurefuchin und alkoholischer Pikrinsäure oder mit Eisenalaun-Thionin (bzw. Toluidinblau) oder schließlich mit Eisenalaun-Weigert's Haematoxylin nach Heidenhain gefärbt wurden.

Schließlich möchte ich noch bemerken, daß sich meine Untersuchungen auf ca. 2500 mikroskopische Präparate beziehen, die von folgenden Tieren herrühren. Ich untersuchte mikroskopisch den Darm von

17	Pferden,
1	Esel,
2	Rindern,
2	Kälbern,
8	Ziegen,
2	Schafen
2	Schweinen,
4	Hunden,
4	Katzen,
1	Maus,
1	Meerschwein,
1	Ratte,
1	Hamster,
zusammen: 46	Tieren.

Die Saum- oder Zylinderzellen des Darmepithels.

Obgleich sich meine Untersuchungen nur auf die Haussäugetiere erstrecken sollten, so stellte sich im Verlauf der Untersuchungen doch die Notwendigkeit heraus, einige Nagetiere noch in das Bereich der Untersuchungen mit hineinzunehmen, um die Frage zu erörtern, ob alle Zellen, die ich bei einigen Haustieren im Fundus der Dünndarmeigendrüsen fand, identisch mit den besonders bei Nagetieren gefundenen Körnchenzellen, den sogenannten Paneth'schen Zellen sind.

In erster Linie richtete ich mein Augenmerk auf die Frage, ob grundsätzliche und durchgehende Verschiedenheiten zwischen dem Oberflächenepithel des Dünn- und des Dickdarmes festzustellen sind. Daß zwischen dem Oberflächenepithel des Magens und des Darmes so große Verschiedenheiten bestehen, daß jede dieser beiden Epithelarten mit Leichtigkeit erkannt werden kann, ist bekannt, wenn auch, wie Heck (161) schreibt, der Übergang des Magenepithel in das Darmepithel kein schroffer, sondern ein durch das Auftreten von Zwischenformen beider Zellarten vermittelter ist. Andererseits kommen Nester von Darmepithel im Magen und Magenepithelnester im Darm vor (Schaffer [305], Ebner [86] u. a.), welche aber ohne weiteres als solche zu erkennen sind. Vergl. Hari (143), der über das Vorkommen von Randsaumepithelien und Becherzellen in der menschlichen Schleimhaut folgendes sagt: „Die mit Darmepithel ausgekleideten Schläuche des menschlichen Magens sind keine pathologischen Gebilde. Sie sind als versprengte Darmelemente anzusehen, die der Magenschleimhaut als durchaus fremdartige Bildungen eingepflanzt sind. Sie kommen fast ausschließlich in der Regio pylorica und intermedia vor. Bei gewissen Krankheiten sollen diese Darmepithelnester in der Magenschleimhaut häufiger sein.

Bekanntlich ist das Vorkommen jeder dieser beiden Epithelarten an das Vorhandensein der entsprechenden Drüsen geknüpft (Deimler [74]). Wenn also feststeht, daß dem Darmepithel charakteristische Eigenschaften zukommen, die dem Magenepithel fehlen, so ist es durchaus zweifelhaft, ob das Dickdarmepithel typische und spezifische Eigentümlichkeiten zeigt, die dem Dünndarmepithel fehlen. Ja es steht noch nicht einmal einwandfrei fest, daß das Epithel der Darm-

eigendrüsen verschieden von dem der Oberfläche ist. Viele Autoren, wie Hock (161), Stöhr (327—329), vor allen Dingen Bizzozero (24—35) fassen die Darmeigendrüsen nur als Oberflächeneinstülpungen auf, deren Epithel sich nicht differenziert hat, die vielmehr mit Oberflächenepithel ausgekleidet sind. Die Darmeigendrüsen werden von diesen Autoren gewissermaßen nur als vertiefte Magen- oder vielmehr Darmgrübchen aufgefaßt.

Bei meinen Untersuchungen kam es mir nicht in erster Linie darauf an, die feinere Struktur der Epithelzellen der Darmoberfläche zu studieren und die etwa hierin begründeten Eigenartigkeiten festzustellen — dieser Frage wandte ich zwar auch mein Augenmerk zu —, in erster Linie wollte ich vielmehr zunächst eruieren, ob gröbere, leicht feststellbare Eigentümlichkeiten vorhanden sind, ob die Zellen etwa in Bezug auf ihre Höhe und Breite, in Bezug auf Lage und Größe der Kerne, in Bezug auf das quantitative Verhältnis der zylindrischen Saumzellen zu den Becherzellen, in Bezug auf Höhe und Beschaffenheit des Saumes und in Bezug auf das funktionelle Verhalten der Zellen (ihre chemische Affinität) so verschieden sind, daß man das Dünndarmepithel mit Sicherheit vom Dickdarmepithel und das Zottenepithel des Dünndarmes von dem der Darmeigendrüsen unterscheiden kann.

In erster Linie habe ich deshalb zahlreiche sehr zeitraubende Messungen bezüglich der Höhe der Epithelzellen des Dünn- und Dickdarmepithels sowohl des der Oberfläche, als der Drüsen, vorgenommen. Die Messungen bezogen sich zunächst nur auf die Saumzellen.

Das Darmepithel besteht bekanntlich aus zwei Zellarten, den mit einem Kutikutarsaum versehenen Zylinderzellen und den Becherzellen. Es ist noch sehr fraglich, ob es sich tatsächlich um zwei verschiedene Zellarten oder nur um zwei Funktionsstadien ein und derselben Zellart handelt (Bizzozero [24—35]). Ich persönlich bin, wie viele Autoren (Ellenberger, Schaffer, Ebner usw.) der Meinung, daß wir hier zwei verschiedene Zellarten vor uns haben und daß die zylindrischen oder kegelförmigen Saumzellen lediglich der Aufsaugung dienen, daher auch der von Schneider (312) vorgeschlagene Name „Nährzellen", bezw. weil sie mit einem Stäbchensaum versehen sind, auch „Stäbchenzellen" genannt, während die Becherzellen nur sekretorische Funktionen haben und als einzellige, Schleim secernierende Drüsen aufzufassen sind — daher auch „Schleimzellen" genannt.

Nun gibt es außer diesen beiden Zellarten noch eine dritte Zellart im Darmepithel, die aber bisher noch nicht bei allen Tierarten gefunden wurde. Über diese soll zuletzt gesprochen werden. Ich erwähne sie hier nur, um es erklärlich zu machen, warum es Autoren gibt, die von drei Zellarten im Epithel des Darmes sprechen, wie z. B. R. Zipkin (380), welche das einschichtige Epithel des Darmes vom Rhesusaffen (Innus Rhesus) in drei Arten von Zellen teilt, in

1. Hauptzellen (die Zylinderzellen anderer Autoren),
2. Becherzellen,
3. Paneth'sche Zellen.

Unter „Hauptzellen“ versteht sie alle Zellen, die nicht Becher- und Paneth'sche Zellen sind. Sie gebraucht diese Bezeichnung statt Zylinderzellen, da sie, wie sie sagt, niemals an diesen Zellen eine Zylinderform wahrnehmen konnte und weil sie von allen Zellen im Darmepithel in weitaus größter Anzahl vorhanden sind. Ich möchte diese Hauptzellen als Saumzellen bezeichnen.

Die gröberen Verhältnisse der Saumzellen.

Was zunächst die Gestalt der Saumzellen des Oberflächenepithels anbetrifft, so gehören sie zur Gruppe der Zylinderzellen, d. h. derjenigen Zellen, deren Höhendurchmesser überwiegt. Damit ist nicht gesagt, daß sie eine zylindrische Gestalt haben; auch die konischen, pyramidalen und anderen Zellen, die höher als breit (dick) sind, heißen Zylinderzellen. So sind auch die Saumzellen nicht von zylindrischer Gestalt; ihre Form wechselt auch nach dem Fundort. So hat eine Zylinderzelle auf der Höhe einer Zotte eine andere Form als eine solche am Grunde der Zotte gelegene; beide sind wieder von anderer Gestalt als eine im Fundus einer Darmeigendrüse gelegene Zelle. Eine Zotten-Zylinderzelle wird stets höher und schlanker sein, als eine intervillöse Zelle und als eine Drüsenzelle. Es lassen sich also diese Formschwankungen, wie auch Ebner (86) ganz richtig bemerkt, aus der Form der von den Epithelien bedeckten Flächen erklären. Ebner sagt darüber: „Während die Epithelzellen der Zotten im allgemeinen abgestutzte Pyramiden darstellen, deren Basis gegen die Oberfläche gewendet ist, müssen die Epithelzellen der Drüsen, da sie einen schlauchförmigen Hohlraum auskleiden, umgekehrt ihre abgestutzte Spitze der Oberfläche, die breite Basis der Membrana propria zuwenden.

Auch die intervillösen Zellen, bez. die am Grunde kegelförmiger Zotten befindlichen, intervillösen Kanäle zwischen den dickeren Basalseiten der Zotten auskleidende Zellen sitzen mit breiterer Basis auf der Unterlage. Außer diesen Schwankungen in der Form der Zylinderzellen, die ihre Ursache in dem Sitze der Zellen haben, gibt es noch andere äußere Momente, die auf die Gestalt der Zellen einwirken. Ich meine hier z. B. Schwankungen in der Form der Zylinderzellen, welche dadurch bedingt sind, daß sich ihre Höhe und Breite ganz nach dem jeweiligen Kontraktionszustande der Zotte richtet, ob sich diese in gestrektem, beziehentlich gedehntem Zustande befindet, oder ob sie zusammengezogen und runzlig ist.

So beschreibt R. Zipkin (380), daß durch Kontraktion der längsverlaufenden glatten Muskelfasern der Zotte dieselbe in der Achsenrichtung verkürzt, im Querdurchmesser aber gleichmäßig verdickt werde; (siehe auch Mall [214] u. a.). Es würde somit z. B. an der Basis einer kontrahierten Zotte das Epithel sich anders ver-

halten, als an der Spitze, es würde höher, aber schmäler sein, seine Oberfläche würde nicht mehr quadratisch, sondern rechteckig sein. Aus eben denselben Gründen ändert sich die Gestalt der Zylinderzellen auf den Zotten dort, wo sich die bekannten Einschnürungen an den Zotten befinden. Durchwandernde Leukocyten ändern auch die Gestalt der Saumzellen. Ebenso die zwischen ihnen sitzenden Becherzellen, je nachdem ob diese sekretleer oder sekretgefüllt sind.

Wollte man aber all diese Verhältnisse bei vergleichenden Untersuchungen über die Höhe, Dicke und Form der Zellen genau berücksichtigen, dann müßten vor allen Dingen Darmteile von den verschiedenen Tierarten und Individuen genommen werden, die sich in jeder Beziehung gleich verhalten; sie sollten z. B. von Tieren stammen, die sich in demselben Verdauungsstadium befinden, ganz abgesehen von für ganz exakte Untersuchungen bei verschiedenen Individuen derselben Tierart zu stellenden Forderungen auf gleiche Größe, Alter, Geschlecht, Ernährung etc. Dann würde man auch besser basierte vergleichende Untersuchungen über die Häufigkeit der Becherzellen, deren Beschaffenheit und andere Fragen mehr anstellen können. Der Ausführung derartiger Untersuchungen stehen aber bei unseren großen Haustieren so erhebliche Schwierigkeiten gegenüber, daß man daran scheitern muß, selbst wenn man mehrere Tiere derselben Tierart gleiche Zeit post pabl. töten und untersuchen könnte. Alle Haustiere aber auf dieser vergleichenden Basis (unter denselben Bedingungen und in demselben Verdauungsstadium) zu untersuchen, dürfte wohl nicht möglich sein und neben technischen auch auf solche finanzielle Schwierigkeiten stoßen, daß ihre Ausführung unterbleiben mußte, war es doch schon bei gewissen Tieren (z. B. Rind, Kalb und Schwein) sehr schwer, lebenswarmes Material zu erlangen. Wenn ich also den folgenden Literaturangaben nicht den Wert beimessen darf, auf den sie Anspruch hätten, wenn obige Bedingungen hätten erfüllt werden können, so kann ich es doch nicht unterlassen, sie hier aufzuführen.

Deimler (74) bezeichnet das Darmepithel von Pferd, Esel, Schwein, Hund und Katze als hohe, zum Teil sehr schmale Zylinderzellen.

Nach Hock (161) ist das Darmepithel ein „Zylinderepithel", weil der Längendurchmesser der einzelnen Zelle den Breiten-Durchmesser um das vielfache übertrifft. Die eigentliche Form der Zelle ist jedoch nicht die eines Zylinders, sondern im allgemeinen die einer Pyramide mit polygonaler Grundfläche, welche dem oberen Ende oder Kopfende der Zelle entspricht. Besondere Abweichungen in der Form findet Hock beim Hunde, die er mit einem Wurzelstocke vergleichen möchte, dessen fadenförmig verlaufendes Ende, das Fußende oder der Zellfuß, gegen die Zotte gerichtet ist. Die Zelle zeigt daher gar keine gradlinigen Seitenkonturen, sondern dieselben sind wie bei jenem, wenn auch nicht in demselben Maße, unregelmäßig, wellig. Kurz vor dem breiten Kopfende der Zelle biegen die Seitenlinien häufig blumenkelchartig nach außen um. Die Form des Zottenepithels

der Katze erscheint Hock etwas regelmäßiger, als die des Hundes. Die Seitenlinien der Epithelzellen verlaufen gerade. Bei Schwein und Pferd, sowie bei Rind und Schaf fand Hock (161) die Epithelzellen einem Zylinder ähnlicher, als bei Hund und Katze. Bei diesen Tieren laufen die Seitenlinien der Zellen bis über den Kern einander parallel, hinter welchem erst der Zellfuß in eine kurze Spitze ausläuft. Bei der Ziege allein fand derselbe Autor eine ganz regelmäßige Keilform.

Schneider beschreibt in seinem Lehrbuch der vergleichenden Histiologie (312) die Zellen des Oberflächenepithels der Katze als schlanke Zylinderzellen, welche an den Zotten distal leicht verbreitert erscheinen; umgekehrt sind sie in den Krypten, besonders in deren Fundus, an dem sie auch von geringerer Höhe sind, wo sie distal verschmälert sind, eine Beobachtung, die richtig aber auch leicht erklärlich ist.

Bemerkenswert ist die Gestalt der Epithelzellen an solchen Zotten, wo das Epithel glatt verläuft; daselbst zeigen die Zellen eher eine niedrige, mehr kubische Form, als an Zotten, wo es in Falten gelegt ist. So beschreibt es Spee (322) an den Zotten des Kalbes.

Ich führe alle diese Ergebnisse anderer Forscher der Vollständigkeit halber genauer an, weil ich selbst nur wenig Untersuchungen anstellte; dies geschah aus dem Grunde, weil ich dafür halte, daß solche und ähnliche Untersuchungen viel besser am frischen, mazerierten Material vorgenommen werden und solches mir s. Z. nicht zu Gebote stand. So weit ich die Zellgrenzen genauer erkennen konnte — und das war eigentlich gut nur an Präparaten, die nach Heidenhain gefärbt waren, der Fall — konnte ich im wesentlichen die Schneiderschen und Hockschen Angaben bestätigen und wüsste an ihnen nichts zu berichtigen oder hinzuzufügen. Über die Gestalt der Zylinderzellen des Dickdarmoberflächenepithels sind mir keine vergleichend gehaltenen Literaturangaben bekannt. Ich will es daher nicht unterlassen, an dieser Stelle in kurzen Worten das zu schildern, was ich darüber fand. Aber zu exakten vergleichenden Untersuchungen gehört, wie schon erwähnt, bei solchen Fragen frisches, nicht fixiertes Material, weil sich am fixierten und gefärbten Präparate die Zellen von einander oft so wenig abheben, daß man eigentlich nur an den Kernen sieht, wo eine andere Epithelzelle sitzt. An geeigneten Präparaten fand ich bei Pferd und Esel im Dickdarmoberflächenepithel im großen und ganzen zwei Arten von Zylinderzellen, nämlich einmal keilförmig nach unten zugespitzte Zellen und solche, welche unterhalb ihres Kernes eine, wenn auch geringe Einschnürung zeigten. Ob aber bei dem einen oder anderen Tiere oder in einem Dickdarmabschnitt diese oder jene Zellform an Zahl vorwiegt, war nicht festzustellen. Im allgemeinen aber scheinen zwischen den Zylinderzellen der Dünndarm- und denen der Dickdarmoberfläche in Bezug auf die Gestalt erhebliche konstante Unterschiede nicht zu bestehen.

Ein weiterer Gegenstand meiner vergleichenden Untersuchungen über die gröberen Verhältnisse der Zylinderzellen war die Größe

dieser Zellen. Um diese zu studieren nahm ich möglichst zahlreiche Messungen vor, wodurch es mir möglich wurde, gute Mittelwerte zu erhalten. Die in den folgenden Tabellen angegebenen Zahlen geben nur diese Mittelwerte an. Daß sich trotzdem in manchem Darmabschnitte auffallende Resultate ergeben, schiebe ich auf die solchen Messungen entgegenstehenden Schwierigkeiten. Schon die Auswahl der geeigneten Stellen, an denen man messen könnte, ist schwierig. Dann aber müssen abweichende Ergebnisse erhalten werden, wenn man Tiere in verschiedenen Stadien der Verdauung und Aufsaugung untersucht.

Ehe ich meine diesbezüglichen eigenen Resultate anführe, möchte ich nicht verfehlen, die wenigen Literaturangaben, die ich fand, hier einzuschalten. Wirklich vergleichende Messungen am Darmepithel unserer Haussäugetiere haben meines Wissens bis jetzt nur Schriever (313) und Hock (161) angestellt. Über die einschlägigen Verhältnisse bei Hund und Katze gibt Graf Spee (322) näheres an, während Schaffer (305) sagt:

„Die Zottenepithelien des Menschen besitzen einen bekanntlich in vivo je nach dem Kontraktionszustande der Zotten bedeutend schwankenden Längendurchmesser.“ Als Mittel zahlreicher Messungen fand er 30—31 µ.

Auch Roßner (284, 285) äußert sich zu diesem Thema; er sagt: *„Die Höhe der Zylinderzellen schwankt; an kontrahierten Zotten sind die Epithelzellen höher und schmäler; verlängert sich aber die Zotte, so werden sie niedriger, aber auch breiter. Die Differenz der Breitenschwankung beträgt mehr als die Hälfte der minimalen Breite, in der Höhe der Zotte beträgt die Schwankung etwas weniger als die Hälfte der minimalen Höhe. Man kann daraus ersehen, dass die Epithelzellen zwischen ziemlich grossen Grenzen sich bewegenden Formenveränderungen unterworfen sind.“*

Es dürfte interessieren, schon um die Notwendigkeit genauer neuerer Messungen klarzulegen, die in Bezug auf unsere Haustiere gemachten Angaben von Schriever (313), Hock (161) und Graf Spee (322) vergleichsweise nebeneinander zu stellen.

Die Höhe der Zylinderzellen der Oberfläche betrug

	nach			
beim	Schriever	Hock	Graf Spee	
Pferd	38,0—39,1 µ	34,0 µ		
Rind	37,1—37,2 „	24,0 „		
Schaf	30,2—29,3 „	24,0 „		
Ziege	35,3—36,1 „	48,0—54,6 „	Kontrah.	Maximal gestr.
Schwein	27,8—28,2 „	34,0 „	Zotten	
Hund	33,0—35,0 „	34,0 „	36,0 µ	8,0—10 µ
Katze	35,2—36,0 „	47,6 „	40,0 „	16—24,0 „

Wie hieraus ersichtlich, schwanken die Resultate der einzelnen Forscher innerhalb weiter Grenzen. Auch stellte Schriever (313) seine Untersuchungen nur im Dünndarm an; Hock (161) spricht sogar nur von Duodenum.

Nachstehend lasse ich nun zuerst eine kleine Tabelle folgen, in der ich die Zahlen angebe, die ich als Mittelwerte für die Höhe des

Oberflächenepithels im Dünn- bez. Dickdarm aus Zahlen gefunden habe, die ihrerseits wiederum Mittelwerte sind von zahlreichen Messungen des Epithels in den einzelnen Darmabschnitten.

Gleiche Messungen, wie ich sie vornahm, sind von anderer Seite schon früher einmal in unserem Institute vorgenommen worden, doch erstreckten sie sich nicht auf alle Tiere, basierten nicht auf so reichem Untersuchungsmaterial und sind bisher noch nicht publiziert worden. Ich werde auch die dabei gewonnenen Zahlen berücksichtigen und zeigen, daß diese im wesentlichen die von mir gewonnenen Ergebnisse bestätigen. Die betreffenden Zahlen sind in Klammern meinen Zahlen beigesetzt.

Dann folgt die Angabe der Durchschnittshöhe des Oberflächenepithels in den einzelnen Darmabschnitten, wie ich sie bei meinen eigenen Messungen fand. (Auch hier wieder sollen die im Institute schon früher gefundenen Resultate, in der zweiten Kolonne stehend, Berücksichtigung finden.)

Höhe des Oberflächenepithels.

	Dünndarm	Dickdarm
Pferd	43,7 (40,82) μ	34,3 (34,52) μ
Esel	44,5 (37,96) „	40,0 (32,81) „
Schwein	36,9 (25,74) „	24,5 (17,55) „
Katze	35,6 (31,33) „	28,6 (20,86) „
Hund	30,9 (25,22) „	32,9 (24,67) „
Ziege	30,7 (32,04) „	34,0 (25,93) „
Schaf	20,0 (21,78) „	31,0 (22,80) „
Kalb	23,2 „	37,7 „
Rind	20,9 „	30,9 „

Die genauen Werte für die einzelnen Darmabschnitte, aus denen ich den Durchschnittswert für Dünn- bezw. Dickdarm fand, sind folgende:

Pferd:

Duodenum	49,4	43,7 μ	40,56	40,82 μ
Jejunum	42,1		40,56	
Ileum	40,5		41,34	
Caecumspitze	37,1	34,3 μ	40,17	34,52 μ
Caecumgrund	36,3		37,05	
Colon	29,6		30,81	
Rectum	35,1		30,03	

Esel:

Duodenum	52,0	44,5 μ	40,95	37,96 μ
Jejunum	47,5		39,0	
Ileum	38,4		33,93	
Caecumspitze	40,0	40,0 μ	31,20	32,81 μ
Caecumgrund	44,8		30,81	
Colon	35,2		31,20	
Rectum	40,0		30,03	

Schwein:

Duodenum	34,0	36,9 µ		24,96	25,74 µ
Jejunum	40,0			26,13	
Ileum	36,8			26,13	
Caecumspitze	33,6	24,5 µ		18,33	17,55 µ
Caecumgrund	25,6			16,38	
Colon	18,7			17,55	
Rectum	20,0			17,94	

Katze:

Duodenum	23,2	35,6 µ		32,37	31,33 µ
Jejunum	46,1			32,37	
Ileum	37,6			29,25	
Caecumspitze	22,4	28,6 µ		21,45	20,86 µ
Caecumgrund	23,2			21,84	
Colon	30,8			19,89	
Rectum	20,9			20,28	

Hund:

Duodenum	32,6	30,9 µ		24,57	25,22 µ
Jejunum	30,1			25,35	
Ileum	30,1			25,74	
Caecumspitze	27,8	32,9 µ		25,35	24,67 µ
Caecumgrund	30,9			25,35	
Colon	40,8			24,96	
Rectum	32,0			24,67	

Ziege:

Duodenum	43,5	30,7 µ		38,61	32,04 µ
Jejunum	23,1			29,03	
Ileum	26,1			28,47	
Caecumspitze	32,3	34,0 µ		26,13	25,93 µ
Caecumgrund	33,6			26,13	
Colon	35,5			24,96	
Rectum	34,7			26,51	

Schaf:

Duodenum	22,4	20,0 µ		22,23	21,78 µ
Jejunum	17,6			21,84	
Ileum	—			21,76	
Caecumspitze	—	31,0 µ		22,23	22,80 µ
Caecumgrund	40,8			23,40	
Colon	19,2			23,01	
Rectum	32,0			22,37	

Kalb:

Duodenum	27,2	23,2 μ
Jejunum	20,0	
Ileum	—	
Caecumspitze	34,4	37,7 μ
Caecumgrund . . .	41,4	
Colon	36,1	
Rectum	39,1	

Bei diesen beiden Tieren wurden früher deshalb keine Messungen angestellt, weil bei den damals vorhandenen Präparaten kein Epithel vorhanden war.

Rind:

Duodenum	25,5	20,9 μ
Jejunum	19,8	
Ileum	17,4	
Caecumspitze	28,0	30,9 μ
Caecumgrund . . .	27,2	
Colon	28,9	
Rectum	39,4	

Aus den vorstehend wiedergegebenen Zahlen folgt, daß das Oberflächenepithel im Dünndarm sich bezüglich der Höhe seiner Zylinderzellen von dem des Dickdarmes bei jeder Tierart unterscheidet. Nur beim Hunde ist das Epithel in beiden Darmabschnitten fast gleich hoch. Die übrigen Haustiere zerfallen aber bezüglich dieser Frage in zwei Gruppen, in solche Haustiere, bei denen das Oberflächenepithel im Dünndarme höher als im Dickdarme ist (Pferd, Esel, Schwein und Katze) und solche, die im Dickdarme ein höheres Epithel als im Dünndarme zeigen. (Rind, Kalb, Schaf und Ziege.)

Was die Breite der Zylinderzellen anbetrifft, so war es mir infolge der Undeutlichkeit der Zellgrenzen nur bei gewissen Färbungen möglich, diesbezügliche Messungen vorzunehmen. Die Breite schwankt innerhalb geringer Grenzen von 4—6 μ. Ich fand z. B. die Breite der Zylinderzellen beim

Hund:	im Jejunum und Ileum	4,8 μ
	in der Coecumspitze	6,4 „
Katze:	Duodenum	6,4 „
	Ileum	4,0 „
Ziege:	Colon	4,8 „
Pferd:	Duodenum	4,8 „
	Caecumspitze	6,4 „
Esel:	Duodenum	8,0 „

Schriever (313) fand folgende Werte:

Pferd:	5,1—5,3 μ
Rind:	5,0—5,3 „
Hund:	3,4—3,7 „
Katze:	4,0—4,3 „

Ziege: 5,1—5,4 „
Schaf: 5,2 μ
Schwein: 4,6—5,0 „

während Hock (161) beim Hunde 10,2 μ
und bei Katze, Schwein und Pferd 5,0 μ
als mittlere Breite angibt.

Graf Spee (322) fand beim Hunde
an kontrahierten Zotten 4—5 μ
an maximal gestreckten Zotten 6,5 μ
bei der Katze an kontrahierten Zotten ebenfalls 4—5 μ an gestreckten.

Die Begrenzung einer einzelnen Zylinderzelle ist eine dreifache. Mit ihren Breitseiten (Seiten-, Mantelflächen) stößt sie an benachbarte Zylinderzellen oder an zwischen Zylinderzellen eingeschaltete Becherzellen, mit der Zellbasis an das Zottenstroma, mit der dem Lumen des Darms zugekehrten Fläche (Oberfläche) an den die Zylinderzelle bedeckenden Cutikularsaum.

Über die seitlichen Zellgrenzen äußert sich auch Deimler (74) bezüglich der Duodenumzellen und zwar folgendermaßen:

„Bei Pferd, Esel und Schwein sind die Zellgrenzen fast vollständig verwischt, nur beim Schweine sind sie ab und zu etwas sichtbar. Beim Hunde sind die Zellwände, d. h. die seitlichen Grenzpartien des Zellteiles (die Mantelseite) heller gefärbt als der übrige Teil der Zelle, während die Katze folgendes Verhalten zeigt: Von den Nachbarzellen sind die Zylinderzellen durch hellere Streifen (ihre eigene Mantelschicht — Ectoplasma) abgegrenzt. Eigentliche Zellgrenzen sind nicht zu sehen.“

Ganz anders verhält es sich mit der dem Darmlumen zugekehrten Fläche der Zylinderzellen. Diese ist gegen den Cutikularsaum deutlich abgesetzt, was sich am Schnittpräparat als eine deutliche Linie präsentiert. Darüber schreibt Deimler (74) folgendes: *„Beim Pferde ist der Zellteil durch eine deutliche Grenze vom Cutikularsaum getrennt.“* Beim Esel bildet die Abgrenzung des Cutikularsaumes gegen das Lumen keine ebene Linie, sondern zeigt kleine wellenförmige Erhöhungen, was dadurch bewirkt wird, daß sich die einzelnen Zellenoberflächen konvex hervorwölben, eine Beobachtung, die ich auch bei anderen Tieren und in anderen Teilen des Dünndarmes zu machen Gelegenheit hatte. Bei der Katze ist die Grenzlinie zwischen Zellleib und Cutikularsaum breit und sehr deutlich, die gegen das freie Ende zu ist schwächer.

Diese Resultate fand Deimler am Duodenum, ich stehe aber auf Grund meiner Beobachtungen nicht an, sie auf das Oberflächenepithel des ganzen Darmes zu erweitern, sodaß ich sage: gleichviel ob Dünn- oder Dickdarm, ob Zottenspitze oder Basis: bei allen Tieren ist die dem Darmlumen zugekehrte Fläche gegen den Cutikularsaum sehr deutlich abgegrenzt, während an den mit den üblichen Farben gefärbten Präparaten (Haematoxylin-Eosin) seitliche Zellgrenzen nicht zu sehen, oder wenn, dann nur angedeutet sind. Die Hervorwölbung des Cutikularsaumes durch das Protoplasma ist eine Erscheinung, die

nicht wie bei Deimler dem Esel eigentümlich ist, sondern sich hier und da auch bei anderen Tieren beobachten läßt.

Eines der am meisten umstrittenen, aber auch sehr schwierig zu untersuchenden Gebiete der Darmhistologie ist die dritte Grenze der Zylinderzellen, die Begrenzung der Zellbasis gegen das Zottenstroma.

Was zunächst die Zellbasis selbst betrifft, so haben sich die Autoren recht verschieden darüber ausgesprochen. So ist nach R. Heidenhain (149) das äußere Ende, welches der Zottenoberfläche aufsitzt, der Epithelzellen bald breit, bald verschmälert, bald zugespitzt (auf mechanische Ursachen zurückzuführen). Nach Hock (161) läuft der Zellfuß bei Pferd, Schwein, Rind und Schaf in eine kurze Spitze aus, während er nach Schneider (312) bei der Katze distal leicht verbreitert ist. Besondere Abweichungen in der Form der Zylinderzellen sind nach Hock (161) beim Hunde zu beobachten, die er einem Wurzelstocke vergleichen möchte, dessen fadenförmig verlaufendes Ende das Fußende oder der Zellfuß gegen die Zotte gerichtet ist.

Bei der Besprechung der mehr oder weniger geringen Sichtbarkeit der Zellgrenzen halte ich es hier für den geeigneten Ort, einige Bemerkungen über die Frage zu machen, ob die Zylinderzellen eine Membran besitzen, oder nicht.

Nach Oppel (245) bestreiten Arnstein (5), Schäfer (299), R. Heidenhain (149), Kyrklund (195), Nicolas (243) u. a. die Anwesenheit einer Membran. Während viele andere Autoren ihr Vorhandensein betonen, so z. B. Kölliker [siehe Stöhr (211). R. Heidenhain (149)] u. a. äußert sich zu dieser Frage: *„Es gibt nun aber Tatsachen, welche unmittelbar gegen die Anwesenheit einer häutigen Umhüllung der Zellen sprechen. Macht man an gut gehärteten Zotten (Härtung in Pikrinsäure, Alkohol oder in Chromsäure und Alkohol) Schnitte durch das Epithel parallel zu seiner Oberfläche, so sieht man an denjenigen Zellen, welche unterhalb des Kernes getroffen wurden, häufig Protoplasmabrücken, welche benachbarte Zellen untereinander verbinden. Die Lücken zwischen den Zellen, durch welche jene Brücken gehen, sind wohl in der Hauptsache nach durch Leukocyten ausgefüllt gewesen. Auch auf Schnitten, welche senkrecht zur Oberfläche geführt sind, kann man oft seitliche, unregelmässig gestaltete Fortsätze an den Zellrändern wahrnehmen (vergl. Mall), welche die Zwischenräume der unteren Zellhälften überbrücken.*

Endlich ziehen sich sehr häufig, wenn bei Erhärtung der Schleimhaut die Körper der Zotten schrumpfen, die unteren Enden der Zellen in lange, dünne Protoplasmafortsätze aus, die ebenso wie jene seitlichen Brücken der Anwesenheit einer das Protoplasma einhüllenden Membran widersprechen. Sobald die Zellen durch Verschleimung zu Becherzellen werden, wird wenigstens an ihren Seitenflächen die vorher fehlende Membran gebildet“

Das Vorhandensein einer Membran an den Becherzellen, das von den meisten Autoren angegeben wird, und auf das ich noch bei der Besprechung der Becherzellen eingehen werde, spricht auch

für das Vorhandensein einer solchen an den Zylinderzellen, wenn man annimmt, daß die Becherzellen aus den Zylinderzellen entstehen. Hält man aber wie ich und die meisten Autoren die Becherzellen für Zellen eigener Art, für einzellige Schleimdrüsen, dann braucht man nicht a priori eine Membran an den Zylinderzellen anzunehmen, und ich bin geneigt, mich auf die Seite derer zu stellen, die eine Membran an den Darmepithelien leugnen; meine Meinung ist vielmehr, daß die Zylinderzellen aus einem dichten, resistenten Endosarc und einem weichen und homogenen Ectosarc bestehen. Dadurch erlangen die Zellen, ohne von einer membranösen Hülle umgeben zu sein, eine relativ gegenseitig scharfe Begrenzung. Zwischen den einzelnen Zylinderzellen bestehen untereinander Verbindungen, nicht in ganzer Ausdehnung der seitlichen gegenseitigen Begrenzung, das würde ja eine Membran a priori verbieten, sondern von Zelle zu Zelle springen stellenweise die sogenannten Interzellularbrücken über, die ich vielfach beobachtet habe. Das Vorkommen von Interzellularbrücken und von Schlußleisten betonen z. B. auch Weigl (361), Kölliker (178—181), Ebner (86), Schäppi (304), Schneider (312) usw. Betreffs der Bedeutung der Interzellularbrücken räumt Schäppi (304) die Möglichkeit ein, daß in der Kontraktion der Brücken die Wanderung der Epithelzellen von den Regenerationsherden nach den Orten des Verbrauchs hin bewerkstelligt oder wenigstens unterstützt würde. Dann müßte man aber mit Flemming annehmen, daß sie je nach Bedarf neu gebildet und abgebrochen werden können. Ferner sollen sie nach Schäppi einen nervösen Rapport zwischen den Epithelien vermitteln. Wichtig ist noch die Angabe Schäppis, daß an Haematoxylinpräparaten eine Art basaler Kittleisten die Fußplatten der Epithelzellen im Darme der Maus in analoger Weise miteinander verbinden, wie die bekannten Kittleisten die distalen Enden der Zellen. Doch erklärt Schäppi dies nur für eine vorläufige Deutung, da es ihm nicht gelang, mit den bekannten Methoden an Schnittpräparaten ein basales Kittleistennetz zur Darstellung zu bringen.

Die Kerne der Saumzellen.

Ich wende mich nun zu den Kernen der Zylinderzellen. Ehe ich auf die Größe der Kerne dieser Zellen eingehe, möchte ich mit wenigen Worten ihre Form und Lage besprechen. Was erstere anbetrifft, so bezeichnet Deimler (74) die Kerne bei Pferd und Esel, Schwein und Hund als groß und längsoval. Bei der Katze konstatierte er ebenfalls eine längsovale Form, fügt aber hinzu, der Kern sei bei diesem Tiere nach der Basis zu etwas verdickt, nach dem Lumen zu etwas zugespitzt, also birnförmig. Diese Wahrnehmung habe ich nicht gemacht, sonst aber kann ich nur bestätigen, daß bei sämtlichen Haussäugetieren die Kerne ovale bis längsovale Gebilde

sind, die natürlich auch verschiedene Abweichungen von der regelmäßigen Gestalt zeigen. So können sie unter Umständen eiförmig, birnenförmig, ja sogar fast kugelrund sein, aber die Regel ist das längliche Oval. Wir müssen vor allen Dingen zwei Arten von Kernen morphologisch unterscheiden. Es sind dies einmal die oblongen, schmalen Kerne der Zotten bez. Dickdarmoberflächenepithelien und die runden, bläschenförmigen Kerne der Darmeigendrüsenzellen, wie ich sie in der Abb. IV unter a bez. b abgebildet habe. Natürlich kommen zwischen diesen beiden Hauptformen Übergänge vor, die sich namentlich am Zottengrund bez. an der Drüsenmündung nahe der Oberfläche fanden. Die sonstigen Abweichungen von der ovalen Form sind Folgen lokaler und individueller Ursache, daher ohne Bedeutung. Oppel (245) bezeichnet den Kern der Epithelzellen von Mensch, Hund, Katze, Kaninchen, Schwein etc. als oval. Nach Schaffer (305) sind die Kerne der Epithelzellen ovoide oder durch gegenseitigen Druck prismatisch abgeplattete Gebilde von durchschnittlich 10 μ Durchmesser. Beim Rhesusaffen sind nach Rachel Zipkin (380) an stark kontrahierten Zotten, wo die Zellen in die Länge gezogen sind, die Kerne länglich oval, während sie in den Drüsen mehr rundlich erscheinen. Nach R. Heidenhain (149) hat der Kern der Epithelzellen im allgemeinen eine ovale Gestalt. In den meisten Fällen erfüllt der Kern die gesamte Dicke der Zelle.

Die Lage der Kerne in der Zelle schwankt innerhalb gewisser, wenn auch geringer Grenzen. Bei Pferd und Esel liegen sie etwa in der Mitte der Zelle, bei ersterem etwas mehr der Basis, bei letzterem oft, aber durchaus nicht immer, etwas mehr dem freien Ende der Zelle zu. Beim Schweine fand ich beides und bei der Katze scheint er mehr nach der Mitte zu zu liegen, doch liegt er in vielen Fällen auch ziemlich weit basal. Deimler findet ihn fast genau in der Mitte der Zelle. Nach Hock (161) nimmt der elliptische, etwa am Übergange des unteren Drittels der Zellänge in das mittlere Drittel gelagerte, granulierte Kern fast die ganze Breite des Zelleibes ein. Bei den übrigen Haussäugetieren, deren Zylinderzellen im Oberflächenepithel ich nach der Lage ihres Kernes untersuchte, fand ich ebenso wie bei den oben erwähnten Tieren (Pferd, Esel, Schwein und Katze) als Regel, daß der Kern im basalen Drittel der Zelle liegt. Nur zuweilen, bez. selten, liegt er etwas weiter oben. So ist es an den Zylinderzotten im Oberflächenepithel des Dünndarmes, also im Zottenepithel, während die runden, bläschenförmigen Kerne der Drüsenepithelien meist etwas tiefer in der Zelle liegen, sodaß man vom Drüsen-Fundus aus nach der Zotte zu ein allmähliches Emporrücken innerhalb der Zelle beobachten kann. So sind nach Zipkin (380) Kerne aus der allgemeinen Kernzone mehr oder weniger weit herausgerückt. Dies dürfte vielleicht auf mechanische Einflüsse (Seitendruck bei der Kontraktion der Zelle) zurückzuführen sein.

Bei der Teilung rückt nach Schneider (312) der sonst basal liegende Kern in mittlere Zellhöhe, wobei die Längsachse der Spindel

sich senkrecht zur Längsachse der Zellen einstellt. M. v. Davidoff (73), der bekanntlich in den Darmepithelien (wie auch in anderen Epithelien) zwischen Primär — und Sekundärkernen unterscheidet, beobachtete, daß letztere meistens in der Mitte der Zelle, häufig in ihrem basalen Drittel, nur selten nahe dem Cutikular-Saume liegen.

Über die Größe der Kerne sind von Auerbach (6) bezüglich des Meerschweinchens, Hundes, Kalbes und Kaninchens Angaben gemacht. Diese sind aber nur recht unvollständig. Deshalb nahm ich neue systematische Messungen von den Zellkernen bei unseren Haussäugetieren vor. Des Vergleichs halber seien die von Auerbach (6) angeführten Resultate hier wiedergegeben:

	Cavia	Kaninchen	Hund
Höhe der Zylinderzellen	28—31 μ	—	—
Breite „ „	11—12 „	—	—
Länge des Kernes	10 „	12 μ	9—10 μ
Breite „ „	8,5 „	8 „	5 „

Nach Schriever (313) zeigen die Kerne folgende Größe:

	Höhe	Breite
Pferd	9,3—10,2 μ	6,0—6,8 μ
Rind	8,5— 9,6 „	5,3—5,9 „
Hund	7,1— 7,4 „	3,4—3,7 „
Katze	6,9— 7,3 „	3,5—3,8 „
Ziege	7,1— 7,6 „	5,8—6,0 „
Schaf	10,0—10,4 „	6,0—6,8 „
Schwein	7,1— 7,5 „	4,6—5,0 „

Schaffer (305) gibt 10 μ als durchschnittlichen Längsdurchmesser der Kerne der Zylinderzellen im menschlichen Dünndarm an.

Die von mir gefundenen Resultate sollen hier folgen und zwar führe ich sie, um unnötige Wiederholungen der Bezeichnungen der einzelnen Darmabschnitte zu vermeiden, folgendermaßen auf: Zuerst gebe ich die Durchschnittslänge der Zellkerne im Dünndarm an und dann folgen die speziellen Werte für Duodenum, Jejunum, Ileum in Klammern. Hierauf folgt der Durchschnittswert für den Dickdarm und dahinter — ebenfalls in Klammern — stehen die Einzelwerte für Caecumspitze, Caecumgrund, Colon und Rectum. Hierauf folgen in derselben Anordnung die Werte für die Dicke (Querdurchmesser) der Zellkerne. Auch will ich nicht verfehlen, darauf aufmerksam zu machen, daß die Zahlenwerte für die sieben einzelnen Darmabschnitte selbstverständlich Mittelwerte von mehreren Messungen sind.

Pferd:	Länge:	Dünndarm:	10,9	(11,3	11,7	9,6)	
		Dickdarm:	7,0	(6,9	6,4	7,1	7,5)
	Breite:	Dünndarm:	4,3	(3,2	4,8	4,8)	
		Dickdarm:	4,7	(4,8	4,8	4,4	4,8)
Esel:	Länge:	Dünndarm:	9,6	(9,6	11,1	8,0)	
		Dickdarm:	6,9	(7,5	6,4	6,4	7,2)
	Breite:	Dünndarm:	4,3	(4,8	3,2	4,8)	
		Dickdarm:	4,3	(4,8	6,4	3,2	4,8)

Schwein:	Länge:	Dünndarm:	9,1	(8,0	9,6	9,6)	
		Dickdarm:	7,3	(8,0	8,0	5,9	7,2)
	Breite:	Dünndarm:	3,7	(3,2	4,8	3,2)	
		Dickdarm:	4,4	(3,7	4,8	4,8	4,8)
Katze:	Länge:	Dünndarm:	8,5	(6,4	9,1	10,0)	
		Dickdarm:	8,0	(8,8	5,2	8,8	7,0)
	Breite:	Dünndarm:	4,4	(6,4	3,5	3,2)	
		Dickdarm:	3,5	(2,0	6,0	4,1	3,4)
Hund:	Länge:	Dünndarm:	8,3	(7,5	8,7	8,8)	
		Dickdarm:	9,5	(9,2	9,6	11,2	9,9)
	Breite:	Dünndarm:	4,0	(4,8	3,2	4,0)	
		Dickdarm:	3,9	(4,0	3,2	4,0	4,4)
Ziege:	Länge:	Dünndarm:	6,4	(10,7	6,4	8,3)	
		Dickdarm:	8,3	(8,0	8,5	7,7	8,9)
	Breite:	Dünndarm:	4,8	(4,6	4,8	4,8)	
		Dickdarm:	4,8	(5,3	4,8	7,7	4,2)
Schaf:	Länge:	Dünndarm:	6,0	(6,8	5,3	—)	
		Dickdarm:	7,8	(—	7,2	5,9	10,4)
	Breite:	Dünndarm:	4,2	(4,8	3,7	—)	
		Dickdarm:	4,5	(—	4,0	4,8	4,8)
Kalb:	Länge:	Dünndarm:	7,4	(7,6	7,2	—)	
		Dickdarm:	9,5	(11,2	9,7	9,3	7,3)
	Breite:	Dünndarm:	4,15	(4,3	4,0	—)	
		Dickdarm:	4,2	(4,0	4,8	3,8	4,2)
Rind:	Länge:	Dünndarm:	6,4	(6,8	6,8	5,5)	
		Dickdarm:	7,6	(7,4	6,8	6,8	8,5)
	Breite:	Dünndarm:	4,6	(5,1	4,8	3,8)	
		Dickdarm:	5,0	(5,1	5,1	5,1	4,7)

Um nun diese sehr zahlreichen Messungsresultate übersichtlicher zu gestalten, habe ich eine Tabelle zusammengestellt, in der ich den Ergebnissen der Kernmessungen die Ergebnisse der Messungen an den Zylinderzellen vergleichshalber gegenüberstelle.

	Höhe der Zylinderzelle		Länge des Kerns		Dicke des Kerns		
	Dünndarm	Dickdarm	Dünnd.	Dickd.	Dünnd.	Dickd.	
Pferd . . .	43,7	34,3	10,9	7,0	4,3	4,7	µ
Esel	44,5	40,0	9,6	6,9	4,3	4,8	„
Schwein . .	36,9	24,5	9,1	7,3	3,7	4,4	„
Katze . . .	35,6	28,6	8,5	8,0	4,4	3,5	„
Hund . . .	30,9	32,9	8,3	9,5	4,0	3,9	„
Ziege . .	30,7	34,0	6,4	8,3	4,8	4,8	„
Schaf . . .	20,0	31,0	6,0	7,8	4,2	4,5	„
Kalb	23,2	37,7	7,4	9,5	4,15	4,2	„
Rind . . .	20,9	30,9	6,4	7,6	4,6	5,0	„

Aus dieser Tabelle ergibt sich, daß die Kerne der Zylinderzellen, was ihre Größe anbetrifft, im allgemeinen das gleiche Verhalten zeigen, wie die Zylinderzellen selbst. Denn diejenigen Haussäugetiere, bei denen ich das Oberflächenepithel im Dünndarme höher als im Dickdarme fand,

haben im Dünndarm längere Kerne als im Dickdarme (Pferd, Esel, Schwein und Katze) und die anderen Haussäugetiere (Rind, Kalb, Schaf und Ziege), bei denen ich das umgekehrte Verhältnis an den Zylinderzellen beobachtete, zeigen im Dünndarm niedrigere Kerne als im Dickdarm.

Der Hund, bei dem ich das Oberflächenepithel in beiden Darmschnitten fast gleich hoch fand (im Dünndarm etwas niedriger als im Dickdarme), hat im Dickdarm bedeutend höhere Kerne als im Dünndarm.

Die Breite (Querdurchmesser) der Kerne, die naturgemäß nicht sehr schwankt, ist bei den meisten Tieren im Dickdarme größer als im Dünndarme (so bei Pferd, Esel, Schwein, Schaf und Rind), in beiden Darmabschnitten gleich oder fast gleich bei Kalb und Ziege, während die beiden Fleischfresser (Hund und Katze) im Dickdarme schmälere Kerne als im Dünndarme besitzen. In den meisten Fällen erfüllt der Kern nahezu die gesamte Breite der Zelle. Das vorstehende gilt alles von den Kernen der Zylinderzellen der Dünn- wie der Dickdarm-Oberfläche. Von einer genauen Messung der Kerne der Drüsenepithelien sah ich ab, namentlich weil auch die nahezu kubischen Drüsenzylinderzellen nicht sehr von einander abweichen und infolgedessen ihre bläschenförmigen nahezu kreisrunden Kerne nicht den Schwankungen unterworfen sind wie die Oberflächenepithelkerne. Im großen und ganzen dürften die Drüsenzellkerne das gleiche Volumen haben wie die Oberflächenzellkerne.

Die feinere Struktur der Kerne der Zylinderzellen. Zunächst ist zu erwähnen, daß die Membran des Kernes der Epithelzellen, oder wie Deimler sagt, die Kerngrenze stets deutlich dunkel gefärbt erscheint. So findet man es bei allen Tieren, während nach Deimler (74) bei der Katze die Kerngrenzen zwar deutlich sein und sich gut abheben, aber nicht ganz glatt sein sollen, sondern mehrfache Ausbuchtungen und Vertiefungen zeigen, eine Beobachtung, die wohl gelegentlich bei allen Tieren gemacht wird, nicht aber für das eine oder das andere Tier charakteristisch ist. Nach Schaffer (305) färbt sich die Kernmembran an Präparaten aus Sublimat oder Sublimat-Pikrinsäure intensiv mit Haematoxylin, bleibt an Präparaten aus Platinchlorid nach Safraninfärbung absolut ungefärbt und umschließt ein spärliches Kerngerüst. Überhaupt sind auch hier wiederum Fixation und Färbung von großem Einflusse auf die deutliche Sichtbarkeit der Kernmembran. Relativ am deutlichsten tritt die Kernmembran bei der Heidenhainschen Färbung bei Sublimatfixation hervor. Nach M. von Davidoff (73) zeigen die Primärkerne mit Safranin gefärbt deutlich ihre feine Kernmembran, ein Kernnetz und eine variante Anzahl größerer Nukleolen. Von den Sekundärkernen unterscheiden sie sich durch ihre stets mehr oder weniger elliptische Form, durch eine geringere Kondensation des Chromatins, wodurch der ganze Kern schön durchsichtig erscheint und bequem zu analysieren ist. Nach R. Heidenhain (149) zeigt der Kern der Epithelzellen bei guter Färbung sehr schöne Chromatinnetze in heller Grundsubstanz. Bei Fixation mit Flemmingscher Lösung und nachfolgender Safraninfärbung

fand ich, wie in Abb. V gezeigt wird, eine auffällige Anhäufung von Nukleoli an der Peripherie des Kernes dicht unter die Kernmembran.

Der Kernleib selbst besitzt (nach Oppel) ein (intranukleäres) Netzwerk von Fibrillen. Er färbt sich licht, ganz schwach, auf jeden Fall viel schwächer als die Kernmembran. Im allgemeinen zeigen die Kerne der Darm-Zylinderzellen, wie schon Deimler (74) fürs Duodenum beschreibt, beim Pferde eine ganz feine, schwache Körnelung und einige große (2—5) sehr stark gefärbte, dunkle, unregelmäßig geformte Nukleoli. Beim Esel fand ich eine reichliche Menge unregelmäßig verteilter Nukleoli, ebenso bei Schwein und Hund, bei denen zahlreiche kleine, dunkel gefärbte Körnchen zu finden sind. Bei letzteren soll der Zellkern nach Deimler (74) manchmal quergestrichelt oder wie aus feinen Stäbchen zusammengesetzt erscheinen, was ich aber nie zu beobachten Gelegenheit hatte. Auch bei der Katze fand er einen hellen und lichten Zellleib, in dem zahlreiche feine Nukleoli namentlich dem Rande zu liegen. Über die Zahl dieser Nukleoli gibt Auerbach (6) näheres an. Er fand beim Hunde 1—6, am häufigsten 4—6 Kernkörperchen von 1,3—2,5 μ Durchmesser. Beim Kalbe fand er deren 5—8—12. In der Anzahl dieser Nukleoli fand ich keine Unterschiede zwischen Zotten- und Drüsenepithel, auf jeden Fall haben Pferd und Esel die meisten und am deutlichsten wahrnembaren Nukleoli (cfr. Abb. IV u. XI). Diese Abbildungen zeigen auch, wie ein Fadengerüst sich von Nukleolus zu Nukleolus zieht.

Nach Schaffer (305) besteht das spärliche Kerngerüst oft nur aus einzelnen färbbaren Körnern. Unter diesen sind stets ein oder mehrere durch ihre Größe ausgezeichnete, Kernkörperchen ähnliche Gebilde, welche frei in der Kernmitte oder der Kernmembran anliegend gefunden werden und bald kugelige, bald längliche oder unregelmäßige Gestalt besitzen. Sie zeichnen sich aus durch geringe oder mangelnde Affinität zum Haematoxylin, sind aber mit Eosin färbbar. Solche Gebilde, die bereits von Ogata, Stolnikow, Lukjanow u. a. beschrieben und von Ersterem als Plasmosomen bezeichnet wurden, beobachtete ich nicht.

Die Kerne, die für gewöhnlich in einer Reihe liegen, rücken aus dieser hervor nach den Drüsenlumen hin, wenn sie sich teilen. Die dann entstehenden „Kernteilungsfiguren“ (Mitosen) sind fast in jeden Drüsen zu sehen und zeichnen sich nicht nur durch die schon oben beschriebene Lagerung außerhalb der übrigen Kernreihe aus, sondern treten durch ihre infolge ihrer starken Affinität zum Haematoxylin bedingten dunkleren Färbung doppelt hervor. Nach Gravenhagen (40 und 41) kommen karyokinetische Zellteilungen im Gebiete der Zylinderepithelien zwar nicht häufig, aber doch auch nicht gerade selten vor (Froschdarm). Nach Hock (161) beobachtet man in den Krypten reichlich mitotische Zellteilungen, während sie auf den Zotten nur selten nachweisbar sind. Nach R. Heidenhain (149) sind Mitosen bei Säugetieren eine außerordentliche Seltenheit. Aber bei Fröschen und Tritonen zeigen die Epithelzellen, welche die

Tiefe der Einsenkungen zwischen den (faltenförmigen) Zotten bekleiden, oft sehr schöne Kernteilungsfiguren, während sie auf der Höhe der Zotten sehr selten sind. Jene Einsenkungen sind ohne Zweifel das Homologon der Lieberkühnschen Drüsen, innerhalb deren Mitosen bekanntlich sehr häufig vorkommen. Weitere Angaben über diese Verhältnisse folgen bei Besprechung der Unterschiede zwischen Zotten bez. Oberflächen- und Drüsenepithel.

Auf die von Zimmermann (379) im Darmepithele des Menschen (Hingerichteten) beschriebenen Zentralkörper, ferner auf die ebenfalls nach Zimmermann vorkommenden feinen Pseudopodien, welche von den Epithelzellen zwischen den Stäbchen der Cuticula hindurch ausgestreckt worden sind, um Nahrung aufzunehmen, dehnte ich meine Untersuchungen, um sie nicht noch weitläufiger zu gestalten, nicht aus. Das Mikrocentrum soll deshalb nahe der freien Oberfläche zu finden sein, weil sich hier motorische Vorgänge abspielen und das Diplosoma seiner Aufgabe um so besser gerecht werden kann, je näher es dieser Stelle liegt. Da ich bei der Besprechung der Becherzellen ebenfalls keine eigenen Untersuchungen über diesen Punkt erwähne, will ich gleich hier die ebenfalls von Zimmermann beobachtete Tatsache anführen, daß nämlich in den Becherzellen der (meist einzige) Zentralkörper in der Mitte der gesamten Schleimanhäufung im Zelleib liegt. Daraus geht hervor, daß die Schleimanhäufung von einem feinen Protoplasmagerüst durchsetzt wird.

Endlich sei weiterer Vollständigkeit halber bei der Besprechung des Zylinderepithels eines Gebildes noch erwähnt, das früher zu manchen Fehlschlüssen Anlaß gab, zuletzt sich aber als ein einfaches Kunstprodukt entpuppte. Gravenhagen (140, 141) schreibt darüber: *„Grosses Interesse beansprucht das Verhalten des Epithelüberzuges auf dem gewölbten Gipfel der Zotten. Sowohl bei jungen Katzen, als auch bei ausgewachsenen Mäusen (andere Tierarten wurden bisher nicht darauf geprüft) findet man daselbst eine grubenartige Einsenkung des Epithelüberzuges, in welcher es leicht zu einem Auseinanderweichen der Zellreihen kommt. Es sieht so aus, als ob hier eine praeformierte Öffnung, ein Stoma oder ein Porus, angebracht wäre, durch welche das Saftnetz der bindegew. Zottenpapille direkt ohne Vermittlung des Zottenepithels mit dem Darmchymus in Verkehr treten könnte.“*

Feinere Strukturverhältnisse der Zylinderzellen des Oberflächen- bez. Zottenepithel.

Nach Klein (170) ist bei Mensch, Hund, Katze, Kaninchen, Schwein etc. das Protoplasma des Darmepithels längsgestreift und besteht nicht einfach aus Körnchen. Diese Längsstreifung ist der Ausdruck von Fibrillen, welche paralell mit der Längsachse der Zelle verlaufen. Auch Schaffer (305), der den menschlichen Dünndarm untersuchte, sah an den Zottenepithelien eine mehr oder weniger

deutliche Struktur, bald mehr einem Netze, bald mehr einer Körnung entsprechend (besonders bei Färbung mit Kongorot). Im Netzwerke finden sich oft Vakuolen, die mit keinem der angewendeten Färbemittel färbbar waren. Watney (357—360) bemerkte im Darmepithele ein interepitheliales, kernhaltiges Reticulum, was er zur Bindesubstanz rechnete. Am ausführlichsten spricht sich Deimler (74), der Pylorus und Duodenum aller unserer Haussäugetiere untersuchte, aus. Dabei möchte ich aber noch einmal ausdrücklich bemerken, daß das nachfolgende von Deimler nur für das Duodenum festgestellt worden ist, sich aber mit meinen Resultaten, wenigstens was das Oberflächenepithel des Dünndarmes anbelangt, vollständig deckt, sodaß ich auf Deimler's Resultate genauer eingehen möchte. Nach ihm wird der Zellleib der Zylinderzellen im Duodenum des Pferdes ziemlich diffus, aber nicht gleichmäßig gefärbt — er färbte, nebenbei bemerkt, namentlich mit Haematoxylin-Eosin. Eine feine Körnelung, die namentlich gegen die dem Lumen zugekehrte Seite dichter wird, bewirkt, daß dieses letzte, lumenseitige Drittel des Zelleibes dunkler gefärbt wird. Bei guten Färbungen und an guten Präparaten kann man, abgesehen davon, daß jede Zelle eine hellere Mantel- und eine dunklere Achsen- bez. Hauptschicht erkennen läßt, mehrere Zonen am Zellleibe unterscheiden und zwar zunächst zwei Hauptzonen, die basale Kernzone und die lumenseitige höhere supranukleäre Zone. Letztere zerfällt in mehrere Unterzonen, eine an den Saum anschließende sehr helle, dann eine sehr dunkle, eine hellere und eine mitteldunkle Zone, direkt überm Kern gelegen. Abwärts vom Kern, gegen die Basis zu, ist die Färbung gleichmäßiger, doch sind auch hier, wie oben, die peripheren Teile des Zellleibes viel heller, als die zentralen. Beim Esel sah Deimler dieselbe Längsstreifung, indem paralelle und hellere Streifen in der Längsrichtung verlaufend abwechseln, welche dadurch bedingt ist, daß die periphere oder seitliche Mantelpartie des Zelleibes optisch sich anders verhält, als der axiale Teil. Auf der Höhe der Zotte ist nach ihm die Färbung des Zellleibes der Saumzellen mehr eine diffuse. Die erwähnte Streifung des Epithels ist dort undeutlich, aber immerhin erkennbar. Gegen die Basis der Zotten hin wird auch die querstreifige Beschaffenheit des gesamten Epithels viel deutlicher, welche sich ganz und gar wie beim Pferde verhält. Ich nahm deshalb auch keinen Anstoß, meine Abbildung nach einem Präparate vom Esel, das aus dem Duodenum stammt, zeichnen zu lassen, weil es die Querdifferenzierung des gesamten Oberflächenepithelbezuges, hervorgerufen durch die Zottendifferenzierung der einzelnen Zellen, besonders gut demonstriert (cf. Abb. II). Diese Zone, welche durch die feine mehr oder minder starke Körnung des Protoplasmas zustande kommt, hebt sich besonders bei der sogenannten Heidenhain'schen Färbung (Beizen von 2% Eisenalaun, Färben durch Weigerts Haematoxylin) gut hervor.

Abb. III demonstriert einen Schrägquerschnitt durch das Epithel einer Zotte vom Esel und zwar so, daß wir bei g die Epithelzellen in der Höhe des Kernes, bei d in der schwach, bei e in der stärker und

bei c in der stark granulierten Zone treffen. Bei k sehen wir durchs Epithel wandernde Leukocyten.

Für das Schwein stellte ich — wie Deimler (74) für's Duodenum — ebenfalls neben einem streifigen Aussehen des Epithels eine dunklere Mittelzone in der dem freien Ende zugekehrten Hälfte der Zotten fest. Auch waren hier wieder die seitlichen Zellgrenzen heller, der Zellleib diffus gefärbt. Auch bei Hund und Katze werden die Zylinderzellen diffus dunkel gefärbt, sie sind sehr dicht und fein gekörnt und infolge hellerer Tinktion der seitlichen Grenzpartien des Zellleibes von streifigem Aussehen. Auch ließen sich bei beiden Tieren oberhalb des Kernes zwei bis drei verschieden intensiv gefärbte Zonen unterscheiden. Speziell bei der Katze war der Zellleib dem Darmlumen zu fast regelmäßig konvex hervorgewölbt. Vor Deimler hatte schon Zimmermann (379) eine Differenzierung des Protoplasmas in verschiedenen Querzonen gesehen. Er spricht sich darüber wie folgt aus:

„Die gewöhnlichen dunklen Epithelzellen mit der Stäbchenkutikula sind nicht überall gleichmässig gefärbt, vielmehr sehe ich drei Zonen, eine oberflächliche dunklere, welche ein Drittel der Zelle einnimmt, darunter eine hellere von etwa ein Drittel der Zellhöhe und schliesslich wieder eine dunkle, basale, welche die Hälfte der Zelle ausmacht und den Kern enthält.“

Daß die verschiedene Färbung der einzelnen Zonen durch verschiedene dichte Körnelung bedingt ist, leuchtet ein. Die kernhaltige basale Hälfte ist weniger deutlich in Zonen differenziert. Sie ist bis zur Basis gleichmäßig dunkel gefärbt oder wird an der Basis etwas heller.

Auch beim Rhesusaffen ist das Epithel so, wie Deimler und ich es für die Haustiere beschreiben. Rachel Zipkin (380) schildert dies wie folgt:

„Dicht unter der Kuptikula der Hauptzellen befindet sich eine helle Schicht von wechselnder Breite, nicht halb so dick oder auch von gleicher Dicke wie die Kutikula (cf. Abb. II, b, vergl. meine Zeichnung vom Duodenum des Pferdes), manchmal ist sie aber so schmal, dass man sie nur als scharfe helle Linie wahrnehmen kann. Diese helle Schicht erscheint um so höher, je stärker die Zelle bei der Kontraktion der Zotte seitlich komprimiert, resp. in ihrer Achse verlängert ist. Es gibt Zellen, wo diese helle Schicht fehlt, sodass die nächstliegende dunklere dicht an den Stäbchenbesatz grenzt.

Unterhalb der hellen Schicht liegt eine mit den verschiedensten Methoden sich dunkel färbende Masse, die bei Eisenhaematoxylinpräparaten granuliert erscheint. Nur an einigen Stellen glaubte ich die Granula in der Zellachse parallelen Reihen angeordnet zu sehen. Diese Granula erschienen am deutlichsten da, wo im Schnitte die betreffenden Zellen sich über eine Becherzelle schieben, wo sie also eine äusserst feine Schicht bilden. Diese dunkle Masse ist nach unten zu durch eine kernwärts gerichtete konkave Linie (Ebene) deutlich, wenn auch nicht scharf, begrenzt. Kutikularwärts ist sie ebenfalls bestimmt, aber nicht konvex abgegrenzt.

Von der seitlichen Oberfläche wird diese dunkle Masse durch eine schmale helle Zone getrennt. Unterhalb dieser dunklen Masse findet sich eine ebenso hohe helle Zone, welche bis zum Kerne reicht und am hellsten erst unterhalb der dunklen Masse erscheint.

Ich glaubte zuweilen, feine hellste Punkte darin gesehen zu haben, welche beim Arbeiten mit der Schraube hin und her rückten, sodass hier der Schluss naheliegt, dass es sich um feine (Holmgreensche) Kanälchen handelt. Zuweilen sah ich von der basalen Seite der dunklen Masse mehrere feine Fädchen in die hellere Zone hineinziehen."

Irgend eine bilaterale Symmetrie, wie sie M. Heidenhain für den Froschdarm erblickt, habe ich nicht konstatieren können.

R. Heidenhain (149) spricht sich dahin aus, daß an frischen, wie an in Osmiumsäure und Alkohol und dergl. gehärteten Zotten die Epithelzellen sehr oft eine feine Längsstreifung zeigen, als wären in dem Protoplasma feine Längsfäden aus knötchenartigen Verdickungen vorhanden. Klein (170) ist der Ansicht, daß die Längsfäden durch feine Querfäden verbunden seien und die Insertionsstellen der letzteren in ersteren als Knötchen erscheinen. Wie dem auch sei, jedenfalls heben sich die Längsfäden bei Färbung von Schnittpräparaten mit Säurefuchsin durch ihre viel intensivere Farbe von einer hellen Zwischenmasse ab. Man kann also im Sinne Kupffers im Zellleibe Protoplasma und Paraplasma als zwei unterscheidbare Konstituentien unterscheiden.

Von diesen Differenzierungen der Zottenepithelien ist in den Drüsen so gut wie garnichts mehr wahrzunehmen. Abgesehen von einer, aber auch nur bei der Eisenalaun — Haematoxylin — Methode sichtbaren feinen Körnung des Epithels in der Zone zwischen Kern und dem die Drüse nahe dem Lumen zu abgrenzenden, in der Drüse aber sehr niedrigen, zarten kaum differenzierten Kutikularsaum.

Besonders zu bemerken ist bezüglich der Struktur der Saumzellen noch, daß die Zellen Einschlüsse feinster Fettröpfchen zeigen, die besonders bei nahe an der Zottenspitze gelegenen Zylinderzellen von Tieren, die während der Resorption getötet wurden, auffallen. An Sublimat-Präparaten erscheint dann das Epithel zerklüftet und von Vakuolen verschiedener Dimensionen durchsetzt. Nach Fixation mit Flemmingscher Lösung in erster Linie und überhaupt mit Osmiumgemischen ergeben sich dann Bilder, wo schwarzgefärbte Tröpfchen vom feinsten bis zu solchen, die fast so groß sind wie die Kerne, die ganze Zelle erfüllen. Es handelt sich hier um aufgesaugtes Fett bezw. um in Fett rückverwandelte Fettkomponenten und nicht um die in fast allen Zellen vorhandenen für die Zellarbeit nötigen (Energie liefernden?) Fettröpfchen nahe dem Kern.

Die Becherzellen des Darmepithels.

Die zweite Hauptart des Darmepithels, die Becherzellen, heben sich scharf von den Saum- oder Zylinderzellen ab, namentlich im sekretgefüllten Zustande. Man kann sie schon am ungefärbten Präparate als solche erkennen; noch besser aber bei Färbungen, wobei sie entweder ungefärbt bleiben oder im Gegensatze zu den Saumzellen durch die Farbstoffe hervorragend stark gefärbt werden. Gewöhnlich sagt man, die Becherzellen zeigen die Mucinreaktion, die Saumzellen die Eiweißreaktion, und bezeichnet die Farben, die zum Mucin eine hervorragende Affinität besitzen, als Schleimfarben. Dieser Satz drückt jedoch die tatsächlichen Verhältnisse nicht genau aus. Der Bequemlichkeit und Kürze halber kann man sich aber der Ausdrücke Mucinreaktion, Eiweißreaktion und Schleimfarben bedienen.

Über das tinktorielle Verhalten der Becherzellen habe ich eingehende Studien angestellt, die ich am Schlusse dieses Kapitels geschildert habe. Außerdem beschäftigte ich mich mit Untersuchungen über die Gestalt, die Größe, sowie das Vorkommen der Becherzellen, insonderheit mit den Unterschieden im Vorkommen zwischen dem Zotten- und dem Drüsenepithel, oder dem Drüsenepithel einzelner Darmabschnitte.

Über diese Verhältnisse liegen einige interessante Angaben anderer Autoren vor. Diese sind allerdings, wenigstens in Bezug auf das quantitative Vorkommen der Becherzellen meist recht unbestimmt und nur ganz allgemeiner Natur. Nicht viel besser liegt es mit den Angaben über die Form der Becherzellen. Dies erklärt sich aber wohl daraus, daß sich hierüber recht schwer präzise Angaben machen lassen, weil die Form der Becherzelle eine ungemein wechselnde ist. Deshalb sind auch die Angaben über die Verschiedenheiten in der Form der Becherzellen bei den verschiedenen Tierarten und in den verschiedenen Darmabschnitten mit Vorsicht aufzufassen.

Die Form der Becherzellen.

Die Form der Becherzellen schwankt, wie eben erwähnt, innerhalb weiter Grenzen. Der eine Faktor, der diese Mannigfaltigkeit der Form, die allerdings immer im großen und ganzen einem Becher ähnelt, bedingt, ist der Sekretionszustand. Man findet alle

Zwischenformen zwischen den sekretleeren und den stark sekretgefüllten Zellen, also zwischen schmalen, seitlich nicht oder kaum ausgebauchten, den Zylinderzellen sehr ähnlichen und stark ausgebauchten, fast kugeligen Becherzellen. Im wesentlichen unterscheiden sich die in der Bildung begriffenen Becher von den „geladenen" durch ihre Größe; ihre Grundgestalt bleibt stets oval. Solche in der Bildung begriffene Becherzellen sah ich oft, besonders in dem Oberflächenepithel des Dickdarmes, wo sie die Gestalt einfacher Zylinderzellen hatten. Im großen ganzen haben die eigentlichen Becherzellen die Form von Rotationskörpern, erscheinen daher in der Aufsicht als Kreise, während die Zylinderzellen eine prismatisch-pyramidale Form haben und in der Aufsicht als Polygone erscheinen. In der Profilansicht sieht man einen schmalen, basalen Teil, der den Kern enthält, und einen dicken, bauchigen Teil, der sich nach oben wieder verschmälert und nicht selten mit abgerundeter Kuppe zwischen dem Kutikularsaum der Zylinderzellen etwas hervorragt. (cf. Abb. VI b.) Die Form der Becherzellen hängt weiterhin bedeutend von ihrem Sitz ab. Eine Becherzelle auf der Höhe der Zotte besitzt eine andere Gestalt wie am Grunde der Zotte, und beide sind wiederum anders geformt als eine Becherzelle im Fundus einer Darmeigendrüse.

Während die Becherzellen auf den Zotten eine ausgesprochene Becherform zeigen, sind die Becherzellen im Fundus der Darmeigendrüsen mehr von abgestumpft-prismatischer Form, mit einer breiten, der Propria mucosae zugekehrten Basis. Eine genaue Beschreibung der Form sowie der Formverschiedenheiten der Becherzellen des Drüsen- wie Oberflächenepithels des Hunde-Duodenums gibt Bizzozero (24—35).

Er sagt: *„Auch die Schleimzellen haben je nach der Stelle, wo man sie beobachtet, ein verschiedenes Aussehen. Im Blindsacke sind sie pyramidenförmig, ihre Basis der Membrana propria zuwendend. Ihre äussere Hälfte wird von dem einen ovalen oder rundlichen Kern enthaltenden Protoplasma gebildet; die innere Hälfte dagegen ist mit von gewöhnlichem Netzwerk durchzogenen Schleim erfüllt; am freien Ende sind die Zellen offen, um ihr Sekret in das Darmlumen eingiessen zu können . . . Weiter oben (in der Drüse) verändern sich die Zellen ganz und gar. Sie nehmen allmählich an Dicke zu und neigen so zur Ei- oder Kugelform, sodass sie einen Kelch ohne Fussgestell darstellen. Der Kern ist abgeplattet, gegen die Peripherie gedrängt; der ganze von der Zellmembran begrenzte Raum ist von Schleim eingenommen. Mitunter befindet sich noch unterhalb des Kernes Protoplasma unter der Form eines mit der Spitze gegen die Drüsenmembran gerichteten kleinen Kegels. Der in der Zelle enthaltene Schleim steht in unmittelbarer Verbindung mit dem im Drüsenlumen angesammelten. Der Kern, zusammengedrückt wie er ist, präsentiert sich, wenn von der Schnittfläche gesehen, unter der Form eines sehr dünnen, homogenen und glänzenden, und von den gewöhnlichen Kernfärbemitteln ziemlich intensiv gefärbten Halbmondes; in der Flächenansicht hingegen erscheint er noch oval, feinkörnig und mit Kernkörperchen versehen . . . An der Drüsenmündung werden die Schleimzellen immer grösser und durch den Schleim immer mehr ausgedehnt.*

Auf den Zotten angelangt, ändert sich ihre Form plötzlich; gleich den Protoplasmazellen werden sie schmäler und länger, besonders verschmälert sich die basale Hälfte der Zellen, und sie erhalten so die Form eines mit spitzauslaufendem Fusse versehenen Kelches und im Fuss ist der Kern enthalten. Letzterer ist ebenfalls in der Form modifiziert worden, d. h. er ist schmal und lang geworden und seine Längsachse ist parallel der Längsachse der Zelle; doch bewahrt er seine grosse Färbbarkeit und sein glänzendes Aussehen."

Weitere Angaben über die Form der Becherzellen des Darmepithels der Haussäugetiere machen: Schriever (313), Hock (161), Schneider (312) und Deimler (74). Schriever (313) sagt: „*Die Becherzellen sind beim Schwein am rundlichsten, bei den Fleischfressern am schlanksten. Die Becherzellen der Herbivoren sind etwas bauchiger als die der Carnivoren.*" Hock (161) gibt genauere Resultate an. Seine Untersuchungen galten, ebenso wie die Deimler's, nur dem Duodenum unserer Haussäugetiere. Nach ihm sind die Becherzellen der Katze birn- oder eiförmig. Die größten derselben besitzen wie auch bei allen übrigen Tieren einen Durchmesser von 17 μ in der Breite; die Länge ist jeweils die des Epithels. Nach demselben Autor sind beim Hunde die Becherzellen bald von mehr kugeliger Gestalt, bald zeigen sie Faßform. Im allgemeinen ist die Form abhängig von dem Stadium der Entwicklung; jugendliche, d. h. im Beginn der Verschleimung begriffene sind schlank, knospenförmig; vollständig verschleimte kugelig. Während nach ihm die Becherzellen von Rind, Schaf, Schwein und Pferd mehr eine kreisrunde Form zeigen, weist die Ziege schlank knospenförmige auf.

Auch die Becherzellen nehmen selbstverständlich in den Lieberkühn'schen Drüsen an Höhe ab, verhalten sich färberisch hier etwas abweichend und zeigen nicht selten Teilungsfiguren, die auf den Zotten vermißt werden, wie Schneider in seinem Lehrbuche bei der Beschreibung des Darmepithels der Katze schreibt.

Wer sich näher über die Angaben der Autoren über die Form der Becherzellen unterrichten will, findet in den Arbeiten von F. E. Schulze (316), Th. Eimer (91), J. List (210) und J. Paneth (260), sowie in dem Lehrbuche von Oppel (245) alle bis dahin über diesen Punkt erschienene Literatur zusammengestellt. Hier möchte ich nur noch die Angaben Letzerich's (204) über die Gestalt der Becherzellen, die er Vakuolen nennt, erwähnen: „*Ihre Gestalt ist bei verschiedenen Tieren verschieden; fast kugelrund sind sie beim Schwein (auch beim Menschen), birnförmig beim Igel, der Katze, dem Hunde, der Blindschleiche, spindel- oder kugelförmig bei Frosch und Eidechse.*"

Das von Letzerich beschriebene, eigenartige Kanalsystem, in welches röhrenförmige Fortsätze der Becherzellen sich fortsetzen, konnten weder Schulze, noch ein anderer Autor, noch ich bemerken. Die darauf von Letzerich gegründete Resorptionstheorie und Erklärung der Becherzellen für Resorptionsorgane rief eine Reihe von Untersuchungen hervor, deren Ergebnisse wohl alle darin übereinstimmen, daß die Letzerichsche Erklärung jeder Grundlage entbehrt und absolut unhaltbar ist.

Die Beobachtungen der verschiedenen Forscher über die Verschiedenheiten in der Gestalt der Becherzellen bei den Haustieren kann ich zum größten Teile nur bestätigen. Deshalb habe ich auch die Schilderung Bizzozeros über die Formschwankungen von dem Drüsenfundus bis hinauf zur Zottenspitze wörtlich angeführt. Auf die Frage der Formung der Becherzellen und die Ergebnisse meiner darauf bezüglichen Beobachtungen näher einzugehen, erachte ich für überflüssig, weil ich dafür halte, daß die Formschwankungen in erster Linie vom Füllungszustande der Zellen abhängen, daß deshalb also bei jeder Tierart genau so gut schlanke Becherzellen neben birnförmigen, wie bauchige und knospenförmige vorkommen können.

Auf einen Punkt aber weisen die Literaturangaben nicht hin, auf die morphologischen Unterschiede zwischen den Becherzellen des Dünn- und des Dickdarmes. Ganz abgesehen von ihrer auffälligen Menge im Dickdarme, worüber die nächsten Zeilen noch näher handeln werden, unterscheiden sich auch die Becherzellen des Dünndarmes von denen des Dickdarmes durch ihre Gestalt, eine Tatsache, die ihre Erklärung wohl darin findet, daß die Darmeigendrüsen des Dickdarmes, wie Klose (175) angibt, mehr Darmschleimdrüsen, die des Dünndarmes aber mehr Darmsaftdrüsen sind. Infolgedessen sind auch die zahlreichen Becherzellen der Dickdarmdrüsen bei allen Tieren sehr stark aufgebaucht, oft direkt kugelförmig.

Nächst der Gestalt richtete ich mein Augenmerk auf die Größe der Becherzellen. Zunächst stellte ich fest, daß ihre Höhe im allgemeinen gleich ist der sie umgebenden Saumzellen. Demgemäß sind die Becherzellen der Zotten höher als in den Lieberkühnschen Drüsen, was auch Schneider (312) bestätigt. Die wenigen Messungen, die ich gelegentlich meiner Messungen über die Größe der Zylinderzellen anstellte, zeitigten folgende, im allgemeinen aber ziemlich bedeutungslose Resultate. Es betrug:

	im Dünndarme	im Dickdarme
beim Pferde die Länge	43,5 μ	30,3 μ
die Breite	7,5 „	8,3 „
beim Esel die Länge	47,2 „	36,1 „
die Breite	10,8 „	11,9 „
beim Schwein die Länge	35,2 „	15,2 „
die Breite	12,8 „	7,2 „
beim Hunde die Länge	29,0 „	31,0 „
die Breite	9,8 „	13,0 „
bei der Katze die Länge	40,0 „	35,2 „
die Breite	12,4 „	9,6 „
und endlich bei der Ziege die Länge	38,5 „	33,3 „
die Breite	9,9 „	7,3 „

Die Breite der Becherzellen schwankt je nach dem Alter, dem Funktions- bez. Füllungszustand innerhalb dermaßen weiter Grenzen, daß es keinen Zweck gehabt hätte, weitausgedehnte Messungen anzustellen, um einigermaßen brauchbare Mittelwerte für die Breite der Becherzellen zu erhalten. Vergleicht man die Durchschnittswerte für die Höhe der Zylinderzellen mit den Durch-

schnittswerten derer für die Becherzellen, so wird man finden, daß große Differenzen zwischen beiden, was die Höhe anbetrifft, nicht bestehen. Auf jeden Fall findet man auch hin und wieder den von mir auf Seite 29 angegebenen Satz bestätigt, daß bei Pferd, Esel, Schwein und Katze das Oberflächenepithel im Dünndarm höher ist als im Dickdarme, und daß beim Hunde beide Darmabschnitte ungefähr gleich hohes Epithel tragen (auch hier wieder im Dickdarm etwas höher als im Dünndarm). Die einzige Höhenmaßangabe, die ich in der überaus reichen Literatur über die Becherzellen fand, stammt von List (210), welcher sagt: *„Die Grösse der Becherzellen variiert sehr; im Dünndarm der Katze betrug die Thekalänge 20—28 μ, deren Querdurchschnitt 17—18 μ und die Stiellänge 4—21 μ.“*

Ein weiterer Gegenstand meiner Untersuchungen war das Vorkommen der Becherzellen. Eine reiche Literatur legt Zeugnis davon ab, daß gerade das verschiedene quantitative Verhalten der Becherzellen zu den Saumzellen den Forschern am meisten auffiel. Ich kann es mir nicht versagen, die hauptsächlichsten Literaturangaben hier anzuführen. Es schwankt das Vorkommen der Becherzellen, was ihre Reichlichkeit anbetrifft, innerhalb verschiedener Grenzen und man muß, will man die verschiedenartigsten, sich unter Umständen direkt widersprechenden Angaben der einzelnen Autoren recht verstehen, verschiedene Standpunkte unterscheiden, von denen aus die Forscher ihre Angaben machen. Es hängt die relative Häufigkeit der Becherzellen einmal ab von der Tierart.

Darüber schreibt Grünhagen (140, 141): *„Die Becherzellen sind zahlreich bei Frosch und Katze, sehr spärlich bei der Maus. Sicher ist, dass gewisse Tiere (Nagetiere) die Becherzellen durchschnittlich reichlicher besitzen als andere.“*

Letzteres kann ich insofern bestätigen, als ich vor kurzem bei einem anderen Laboranten des Physiologischen Institutes, Roscher (394), der sich mit Untersuchungen über den Hamster beschäftigt, Präparate des Dünndarms sah, in denen eine ganz enorme Menge von Becherzellen zu bemerken war. List (210) konnte im Dünndarme von Pflanzenfressern (Kaninchen, Schaf, Rind) viel weniger Becherzellen beobachten als im Darme von Fleischfressern (Hund und Katze), was auch Schriever (313) bestätigt. Letzterer fand im Oberflächenepithel bei den Herbivoren 7—9 Zylinderzellen auf zwei Becherzellen, während nach ihm bei Hund und Katze auf eine Becherzelle nur 2—3 Zylinderzellen kommen sollen; noch weniger Zylinderzellen sollen nach Schriever beim Schweine auf eine Becherzelle kommen. Ein dritter, der im großen ganzen denselben Befund machte, ist Hock (161), der ebenfalls hervorhebt, daß die Fleischfresser noch vom Schweine durch den Reichtum an Becherzellen weit übertroffen werden. Denn selbst bei flüchtiger Betrachtung schon soll bei diesem der große Reichtum an Becherzellen in den Darmeigendrüsen oft auffallen, die mit denselben oft von der Mündung bis zum Grunde gleichmäßig besetzt sind. Wie wir weiter unten konstatieren werden, bin ich in der Lage, diese Angabe zu

bestätigen; nur beim Schweine fand ich ein unten näher beschriebenes besonderes Verhalten.

Weiterhin lassen sich Unterschiede in der Häufigkeit der Becherzellen innerhalb der einzelnen Tierarten konstatieren, also individuell, bezw. nach dem Zustande, in dem sich das Individuum befindet, welches Verdauungsstadium vorliegt, ob das Individuum hungert oder Nahrung erhält, in welchem Nährzustande und Lebensalter es sich befindet etc. So soll z. B. der Hunger die Anzahl der Becherzellen ganz erheblich vermehren, wie es Oppel (245) und Paneth (260) beschreiben. Nach letzterem sollen bei Mäusen, die 24—48 Stunden gehungert haben, die Becherzellen ungleich zahlreicher sein als bei gut gefütterten Mäusen, bei denen sie allerdings auch nicht ganz fehlten. F. E. Schulze (315 und 316) spricht allerdings davon, daß sich die Becherzellen bei jüngeren, gut genährten Tieren besonders reich an Zahl finden. Sonst aber scheint das Alter der Tiere keinen Einfluß auf diese Verhältnisse zu haben, wie wenigstens van der Leyen (206) behauptet, die im Darmkanal von Foeten und neugeborenen Kindern wenigstens in Bezug auf Entwicklung und Zahl der Becherzellen von den älteren Kindern in keiner Weise abweichende Befunde machte.

Immerhin unterliegt es gar keinem Zweifel, daß die Beschaffenheit des Futters, überhaupt die ganze Verdauung, in erster Linie das Verdauungsstadium, in dem sich das betreffende Tier befindet, von ganz erheblichem Einflusse sind auf die Häufigkeit der Becherzellen bei dem einzelnen Individuum.

Weitere Unterschiede innerhalb der einzelnen Tierart, bezw. des einzelnen Tieres finden wir, wenn wir das relative Vorkommen im Oberflächenepithel vergleichen mit dem des Drüsenepithels, ferner wenn wir wiederum das Drüsenepithel des Dünn- mit dem des Dickdarmes vergleichen, ja selbst innerhalb des einzelnen Drüsenschlauches lassen sich gewisse regionäre Differenzen konstatieren.

Zwischen dem Oberflächenepithel und Drüsenepithel besteht ein entschiedener Unterschied bezüglich seines Reichtums an Becherzellen. Was zunächst das Oberflächenepithel (im Dünndarm das Zottenepithel) anbetrifft, so fand ich folgendes Verhalten der Becherzellen: Beim Pferde und Esel sind im Oberflächenepithel des Dünn- und des Dickdarmes relativ wenig Becherzellen, speziell beim Esel im Ileum gewöhnlich keine, im Coecum fast keine, im Duodenum und Jejunum wenig, im Rectum einige Becherzellen vorhanden. Beim Pferde fanden sich nur in einem einzigen Präparate vom Ileum auch im Oberflächenepithel (Zottenepithel) recht viele Becherzellen. Deimler fand im Duodenum viele Becherzellen (74). Das Schwein zeigt eine große Armut an Becherzellen sowohl im Zottenepithel, wie im Oberflächenepithel des Dickdarmes; Deimler fand im Duodenum nach der Basis der Zotte zu eher Becherzellen als nach der Zottenspitze hin. Relativ reich an Becherzellen ist das Oberflächenepithel unserer fleischfressenden Haussäugetiere, Katze und Hund, bei denen sich, besonders an den Zotten der Katze, oft

recht viele Becherzellen konstatieren ließen. Ärmer daran war schon das Oberflächenepithel des Dickdarmes, welches besonders beim Hunde recht spärlich, oft keine Becherzellen aufwies. Unsere wiederkäuenden Haussäugetiere (Schaf, Ziege, Rind bezw. Kalb) zeigten im großen ganzen fast das gleiche Verhalten der Becherzellen im Oberflächenepithele wie die Fleischfresser. Wenn ich auch zugeben muß, daß es mir trotz größter Bemühungen nicht gelang, von Kalb und Rind Präparate mit so gut wie bei den anderen Tieren erhaltenen Epithel zu erlangen, so genügten doch meine Präparate, um zu erkennen, daß im allgemeinen das Zottenepithel bei den Wiederkäuern sehr arm an Becherzellen ist. So verhalten sich Kalb, Rind und Schaf. Höchstens die Ziege zeigte, wie schon oft andere Autoren auch an anderen Organen und Geweben konstatierten, eine Abweichung von der Regel insofern, als ich bei dieser im Oberflächenepithel des Duodenum einige bis ziemlich viel, des Ileums teils einige, teils viel, im Coecum und Colon wenig, aber im Rectum sehr viel, im allgemeinen also mehr Becherzellen als bei den anderen Wiederkäuern fand. Auch beim Kalbe fand ich im Jejunum einige, im Rectum sogar ziemlich viel Becherzellen im Oberflächenepithel.

Ließen sich also im Oberflächenepithel meistens wenig, nur bei Katze, Hund und Ziege mehr Becherzellen konstatieren, so fand ich, im Gegensatze dazu, daß die Lieberkühnschen Drüsen bei allen Tieren in allen Darmabschnitten einen bedeutend größeren Reichtum an Becherzellen als das Oberflächenepithel aufweisen.

Im speziellen fand ich, wenn ich zunächst von den Unterschieden zwischen Dünn- und Dickdarmdrüsen absehe, bei den Equiden, also Pferd und Esel, sowie beim Schwein in den Lieberkühnschen Drüsen viel Becherzellen (auf jeden Fall mehr als im Oberflächenepithel), ganz besonders viel aber in den Drüsenschläuchen des Rectums. Die Drüsen der Fleischfresser zeigten sozusagen das Maximum an Becherzellen, man kann fast sagen, daß die Drüsen bei diesen Tieren in einzelnen Gegenden geradezu mit Becherzellen austapeziert sind. Auch hier war wiederum das Rectum besonders reichlich mit Schleimzellen gesegnet. Auch die Wiederkäuer zeigten in den Drüsenschläuchen sehr viel Becherzellen, wenn auch nicht soviel wie die Fleischfresser und auch weniger als das Schwein. Speziell beim Kalbe waren recht viel Becherzellen zu konstatieren, ebenso im Dickdarme des Schafes und der Ziege.

Die Ergebnisse meiner Untersuchungen über den Reichtum des Darmepithels und Darmdrüsenepithels an Becherzellen stimmen insofern mit den Angaben von Schriever, Hock und besonders von List überein, als auch ich fand, daß Hund und Katze im allgemeinen bedeutend mehr Becherzellen aufzuweisen haben, als die anderen Haustierarten. Diese Tatsache ist physiologisch interessant; von ebensolchem Interesse dürfte es sein, festzustellen ob auch andere Carnivoren sich durch einen reicheren Bestand an Becherzellen auszeichnen. Auffällig ist auf jeden Fall, daß das einzige omnivore

Haustier, das Schwein, das in bezug auf die Ernährung eine Mittelstufe darstellt zwischen Karni- und Herbi- bezw. Fructivoren, das nächst reichere Vorkommen an Becherzellen aufweist.

Unter meinen obigen Befundangaben befindet sich auch die, daß — ich spreche jetzt von dem Epithel der Lieberkühnschen Drüsen — besonders die des Rektums eigentlich bei allen Tieren ungemein reich sind an Becherzellen, eine übrigens schon lange bekannte Tatsache, die ihren physiologischen Zweck hat. Es ist ganz erklärlich, daß die im Dickdarme immer fester und trockener werdenden Faeces zwecks glatter Weiterbeförderung desto schlüpfriger gemacht werden müssen, je trockner sie sind, oder was dasselbe ist, je mehr sie sich dem Anus nähern. Und so erklärt es sich auch, daß es wiederum die Karnivoren sind, deren Kot doch bekanntermaßen härter und trockner ist, als der Kot der Herbivoren, die sich in den Rektaldrüsen durch eine weitgehende Verbreitung der Becherzellen auszeichnen.

Hier sei eine diesbezüglichen Literaturangabe erwähnt; Marcellin (215) untersuchte, wenn die Becherzellen in der fetalen Entwicklung eintreten. Er sagt: *„Das Schlüpfrigmachen als Funktion der Becherzellen gedacht, erklärt, warum die Becherzellen im Darme erscheinen, sobald die Zilien verschwunden sind und die peristaltische Tätigkeit der Muskulatur eintritt, sie erleichtert den Erfolg der letzteren (Hystogenie des Darmepithels bei Rana esculenta).“*

Auf die Verschiedenheiten im Vorkommen der Becherzellen innerhalb der einzelnen Darmabschnitte haben viele Autoren aufmerksam gemacht. Schulze (315, 316) schreibt zwar nur, daß sich zwischen den Zylinderzellen der Dickdarmdrüsen Becherzellen von gleichem Baue und ähnlicher Ausbreitung wie im Dünndarme finden, konstatierte aber speziell für Katze und Kuh ein besonders reichliches Vorkommen in den Dickdarmdrüsen, wo sie meistens nur 1—3 Zellenbreiten auseinanderliegen, während für gewöhnlich 3—6 Zylinderzellen zwischen je zwei nächststehenden Elementen der Art angetroffen werden sollen. Auch Majewski (213) und Oppel (245) betonen, daß die Dickdarmdrüsen mehr Becherzellen aufweisen als die Dünndarmdrüsen. Nach ersterem alternieren sie im Dickdarm mit den Protoplasmazellen. Oppel sagt in bezug auf Katze, Hund, Meerschweinchen und Kaninchen: *„In den Lieberkühnschen Drüsen finden sich nur ausnahmsweise vereinzelte Becherzellen“* — was ich nebenbei bemerkt, speziell für Katze und Hund nicht bestätigen möchte —, *„im Dickdarme dagegen stets sehr zahlreiche; am reichlichsten scheinen sie entwickelt in den Krypten des Rektums. Im letzteren sind sie so zahlreich zwischen den gewöhnlichen Zylinderzellen eingestreut, dass sie mit denselben alternieren.“* Über dieselbe Frage äußert sich auch Bizzozero (24 bis 35), der in den Rektumdrüsen des Hundes beobachtete, daß zwischen je zwei Becherzellen nur eine oder zwei Protaplasmazellen zu beobachten sind. Auch Klose (175) begründete, wie Schumann (314) auch erwähnt, den Hauptunterschied der Drüsen des Mitteldarmes einerseits und des Enddarmes andererseits, auf den größeren Reichtum der Dickdarmdrüsen an Becherzellen. Speziell

beim Hunde sollen Zylinderzellen und Becherzellen sehr regelmäßig miteinander abwechseln. Schumann (314) stellte aber auch selbst Untersuchungen an über den verschiedenen Reichtum der Glandulae intest. propriae an Becherzellen und kommt zu dem Resultate, dem ich auf Grund meiner Untersuchungen nur beipflichten kann, daß nämlich das Epithel der Enddarmdrüsen ungemein reich ist an Becherzellen, sodaß diese oft den Zylinderzellen an Zahl gleich sind und mit diesen alternieren, oder sogar an Zahl überwiegen, und daß die Drüsen der Fleischfresser am reichlichsten Becherzellen enthalten. Daß überhaupt die Drüsen reicher an Becherzellen sind als das Oberflächenepithel, erwähnt auch Hock (161).

Nicht genug damit, daß Unterschiede bestehen zwischen Oberflächen- und Drüsenepithel, zwischen Dünn- und Dickdarmdrüsen, auch innerhalb der einzelnen Drüse sind Unterschiede zu konstatieren.

In bezug auf die regionäre Verschiedenheit des Vorkommens der Becherzellen innerhalb der einzelnen Drüsen behauptet R. Zipkin (380), daß beim Rhesusaffen im Fundus der Drüsen Becherzellen fehlen. Demgegenüber fiel mir auf, daß bei einigen Katzen in den Dickdarmdrüsen die Becherzellen ganz besonders im Fundus der Darmeigendrüsen saßen. Beim Hamster sah ich an Präparaten meines Collaborators Roscher mehr Becherzellen im obersten Teile der Drüsen als basal.

Eine weitere Beobachtung zu dem verschiedenen Vorkommen der Becherzellen ist folgende: Während man im Dünndarme (mit Ausnahme von Pferd und Esel) konstatieren kann, daß etwa im Endfünftel der Drüse (nach dem Fundus zu) Becherzellen so gut wie gar nicht angetroffen werden, was Ellenberger in bezug auf die Haustiere schon vor 25 Jahren behauptete, im Mittelstücke hingegen die Anzahl der Becherzellen größer ist, findet man, daß in den Darmeigendrüsen des Dickdarmes eine solche Differenzierung nicht besteht, daß vielmehr die Becherzellen regelmäßig auf die ganze Drüse verteilt sind.

Eine genaue Beschreibung über die Unterschiede zwischen Becher- und Zylinderzellen in den einzelnen Darmabschnitten gibt Bizzozero (24—35), doch bezieht sich diese mehr auf Unterschiede in der Struktur der Zellen etc., weshalb ich sie weiter unten genau anführe. Zwei die Häufigkeit der Becherzellen betreffende Beobachtungen möchte ich noch erwähnen: Hofmeister (163—165) fand an Follikelzotten und den Dickdarmdrüsen, daß die Becherzellen, welche sonst auf den Zotten in ziemlich regelmäßigem Abstande auftreten und die Dickdarmdrüsen oft ohne jede Unterbrechung auskleiden, dort fehlen, wo die Epithelien unmittelbar an Follikel (an das cytoblastische Gewebe) stoßen. R. Heidenhain (149) dagegen sagt bei einer Bemerkung über die Arbeit von Paneth (260): „*Bei seinen sofortigen Untersuchungen hat Paneth nur einen Punkt übersehen: Die Tatsache nämlich, dass die Zotten, wie die Lieberkühn'schen Drüsen in der Umgebung der Peyer'schen Follikel, wenigstens beim Hunde, stets ganz auffallend reich an Becherzellen sind.*"

Auch ich habe viel Präparate, besonders von Ziege, Pferd und Schwein gesehen, wo eine ganz enorme Anreicherung von Becherzellen über Peyer'schen Follikeln zu beobachten war, ohne mir diese Tatsache physiologisch erklären zu können.

Die Anwesenheit von Darmparasiten soll auch von einem gewissen Einfluß auf die Reichlichkeit der Becherzellen sein. So vermißte Hoyer (166) Becherzellen bei Anwesenheit zahlreicher Darmparasiten bei der Katze (Tänien und Askariden), beim Kaninchen (Coccidien). Auch durch anderweitige Erkrankung herabgekommene Tiere zeigten verminderte Schleimbildung in den Becherzellen.

Gelegentlich vorliegender Untersuchungen fand ich bei der Ziege eine Invasion von Coccidien in das Darmepithel (381). Bei dieser Gelegenheit konstatierte ich aber im Gegensatze zu Hoyer eine ganz erhebliche Anhäufung von Becherzellen in der Umgebung des mit Coccidien infizierten Gewebes. (cf. Fig. XV und XVI.)

Die Struktur der Becherzellen.

Was die Struktur der Becherzellen anbelangt, so besteht ihr Zelleib aus zwei verschiedenen Abschnitten, dem über dem Kerne gelegenen im sekretgefüllten Zustande die Mucingranula in dichter Lagerung enthaltenden Abschnitte, dem Becher und dem kernhaltigen, basalen, protoplasmatischen Teile, dem Zellfuße, dem die Grenzmembran bez. Kutikula aufsitzt. Vom basalen Teile setzt sich das Protoplasma netzartig in den mucinhaltigen Teil fort und bildet die intragranuläre, retikulierte Substanz. Außerdem bildet sie das Ektoplasma des Bechers (die Theka) und ist wohl auch als Zellmembran beschrieben worden. Sie enthält in ganz dünner Lage den mit Mucingranula gefüllten Becher.

Die Größe und Gestalt des basalen, protoplasmatischen Abschnittes, sowie die des Bechers, und ihr gegenseitiges Verhältnis richten sich ganz und gar nach dem Funktionsstande der Zellen und nach ihrem Sitze. Im wesentlichen ist festzuhalten, daß an schlanken, knospenförmigen Bechern, wie wir sie besonders in dem Oberflächenepithel der Zotten finden, auch ein deutlich abgegrenzter, basaler Protoplasmateil wahrzunehmen ist, der gelegentlich nach Paneth (260) in einen dünnen, fadenförmigen Fortsatz ausgezogen sein soll, während „geladene Becher", also sekretgefüllte Zellen, sich dermaßen auf Kosten des Protoplasmateiles und der benachbarten Zylinderzellen ausbreiten, wie wir es besonders an den Becherzellen der Dickdarmdrüsen sehen, daß unter dem plattgedrückten und nach der Tiefe gedrängten Kerne kaum ein protoplasmatischer Fuß zu bemerken ist. Er ist aber immer bedeutend schmäler und kürzer als der Protoplasmateil, der bei den Zylinderzellen zwischen Kern und Zellbasis liegt.

Von der Frage, ob die Becherzellen nur Funktionsstadien der Saumzellen oder ob beide Zellen verschiedene Zellarten sui generis sind, soll hier zunächst abgesehen werden. Nachstehend schildere ich nur das Verhalten der Becherzellen bei verschiedener Behandlung in bezug auf Fixation, Härtung und Färbung. Was zunächst die Beschaffenheit der Becherzellen frischen, nicht fixierten Materials anbelangt, so kann man Schulze (315, 316) zustimmen, der sagt:

„*In frischem Zustande ist die Theka gefüllt mit mattglänzenden Körnern in heller, zäher, flüssiger Grundsubstanz; dieselbe setzt sich gegen die untere, den Kern umgebende, nicht ganz deutlich ab. Bei Behandlung mit Müllerscher Flüssigkeit hellt sich der Inhalt auf und quillt meistens an der Oeffnung der Zelle hervor.*“

Wenden wir andere Fixationsmittel und Färbemethoden an, so müssen wir, wie auch Kultschitzky (192) sehr richtig bemerkt, diese so wählen, daß auch aller, in den Becherzellen enthaltener Schleim wirklich erhalten und gefärbt wird. Mit solchen Methoden läßt sich nach Kultschitzky (192) der „scharf ausgeprägte und höchst charakteristische, netzförmige Bau“, welchen die Theka der Becherzellen des Darmes der Katze zeigt, bei anderen Tieren nicht wahrnehmen. Dieser „höchst charakteristische, netzförmige Bau“ aber, den die Theka (besser der Inhalt der Theka) der Becherzellen im Darme der Katze nach Kultschitzky zeigt, ist meiner Ansicht nach ein durch die Fixationsmethoden erzeugtes Kunstprodukt. Sehen wir uns einmal die Ergebnisse der neuen Forschungen über Sekretionen der Zellen an, gleichviel ob Schleim- oder Eiweisszelle, das Sekret tritt stets in Form von Tröpfchen oder Körnchen im Protoplasma auf. Das, was also Kultschitzky (192) und viele andere an dem Becherzellensekret für „charakteristisch“ erklärten, die retikulierte Beschaffenheit desselben, die intracelluläre, retikuläre Substanz, ist meiner Ansicht nach das Produkt der Fixationsflüssigkeit. Dadurch tritt entweder das sonst schwer sichtbare intergranuläre Protoplasma scharf hervor oder die Mucingranula zerfließen und bilden Fäden, die sich netzartig anordnen oder es sind Schleimmassen, die sich auf die Protoplasmafäden auflagern und gerinnen.

Über diese Verhältnisse steht in der Encylopädie der mikroskopischen Technik (100) folgendes:

„*Es kann gegenwärtig kaum noch einem Zweifel unterliegen, dass das zur Ausscheidung fertige schleimige Sekret in den Maschen des protoplasmatischen Zellkörpers vorwiegend in Form feiner oder auch gröberer Körnchen oder Kügelchen sich anhäuft, die erst bei ihrem Austritte aus der Zelle stark quellen und zu einer scheinbar homogenen Masse zusammenfliessen. Eine grosse Reihe von Arbeiten aus den letzten 50 Jahren bestätigt die körnige Beschaffenheit des frischen Inhaltes von Schleimdrüsen und Becherzellen.*“

Ich bin also geneigt, nur diejenigen fixierten Becherzellen als den lebenden am ähnlichsten anzusprechen, welche in ihrer Theka Körnchen aufweisen. Dabei darf allerdings nicht vergessen werden, daß es sicher nur in der „Bildung begriffene Becher“ sind, also

Becherzellen am Beginne der Sekretion, die typische Körnchen in ihrer Theka beherbergen. Sobald eine lebhaftere Sekretion eintritt, quellen die Sekretkörnchen und fließen miteinander zusammen, und so entstehen jene fadenförmige Schleimpfröpfe, welche oft büschelartig zwischen den benachbarten Zylinderzellen hervorschauen und mit großen, im Drüsenlumen liegenden fädigen Schleimmassen noch zusammenhängen, was auch an frischen Präparaten beobachtet werden kann. Gelegentlich der Besprechung der feineren morphologischen Verhältnisse der Becherzellen komme ich auf die Natur des Sekretes nochmals zu sprechen.

Was den Sekretionsvorgang bei der Schleimsekretion anbelangt, sowie überhaupt die Sekretionsvorgänge der Drüsen- und Epithelzellen, so muß ich auf die ausgezeichnete, geradezu klassische Abhandlung von Metzner (225) in Nagel's Handbuch verweisen.

Was den Einflus der verschiedenen Fixationsflüssigkeiten auf den Theka-Inhalt der Becherzellen anbetrifft, muß ich bemerken, daß keine der eingangs erwähnten Flüssigkeiten die Schleimgranula so schön fixierte, wie die conc. wässerige Pikrinsäure. Abb. XIII und XIV zeigen Präparate von der Maus und vom Schaf, auf denen man viele angeschnittene Becherzellen mit typischen Schleimgranulis bemerkt. Allerdings gaben meist nur die Becherzellen des Dünndarmes, besonders die der Zotten, so schöne Bilder und da wieder besonders bei der Maus. Die Becherzellen des Dickdarmes waren oft auch prall mit intensiv gefärbten Körnchen angefüllt, doch flossen sie hier oft zusammen, sodaß solche schöne Bilder nicht zustande kamen. Dies finden wir auch in der Encylopädie (100) bestätigt. Dort steht:

„Eine sichere Fixierung dieser Körner in der Zelle selbst ist aber bisher noch nicht erreicht. Nach Paneth, Langley, v. Seiler und Bizzozero erhält man noch mit der Pikrinsäure die besten Resultate. Die anderen Fixationsmethoden erzeugen in den meisten Fällen den Anschein einer bei Anwendung von Schleimfärbemitteln zum Vorschein tretenden Netzstruktur des schleimhaltigen Zellabschnittes. Das Netz zeigt die gleiche Färbung wie das scheinbar aus langgezogenen Netzmaschen zusammengesetzte Sekret in den Ausführungsgängen der Drüsen.“

Nächst der conc. wässrigen Pikrinsäure ist es die Metzner'sche Flüssigkeit, durch die ich den granulären Charakter des Becherzellensekrets sehr schön erhalten fand, während die Altmann'sche Flüssigkeit im allgemeinen die Schleimgranula nicht fixierte, wenn ich auch an einigen Präparaten des Rektums vom Schwein in der Becherzellentheka eine homogene Masse sah, in der sehr viele, allerdings nur schwach angedeutete feinste Körnchen lagen. Bei der vortrefflichen Erhaltung der Eiweißgranula durch die Altmann'sche Methode nimmt dieser Befund auch kein Wunder und stimmt überein mit den Resultaten, die vor einem Jahre in unserem Institute von Mönnig (392) erzielt wurden, der über die Histiologie der Kardiadrüsen von Sus scrofa schreibt: *„Meine Aufgabe war, festzustellen, ob Schleimgranula und andere Granulaarten in den Zellen der*

Kardiadrüsen vorhanden seien. Nach Metzner färben sich die Schleimgranula besonders mit Eisenalaun-Toluidinblau und die serösen Granula nach Altmann's Methode mit Säurefuchsin-Pikrinsäure. Diese Methoden habe ich neben anderen bei meinen Untersuchungen verwendet und habe gefunden, dass man bei der Metzner'schen Methode die Schleimgranula und nach der Altmann'schen Methode die Eiweissgranula sehr gut und deutlich wahrnehmen kann".

Diesem Ausspruche Mönning's kann ich mich nur anschließen.

Die Harvey'sche, Orth'sche, Flemming'sche Lösung, sowie die konzentrierte, heißgesättigte Sublimatlösung und die 1% Osmiumsäure fixierten die Schleimgranula im allgemeinen nicht, vielmehr war an den mit diesen Flüssigkeiten fixierten Präparaten das bekannte Netzwerk zu sehen. Allenfalls bei Fixation mit 1% Osmiumsäure waren feinste, aber sehr undeutliche Körnchen zu sehen.

Die Frage der Färbbarkeit der Becherzellen speziell ihres Inhaltes ist meiner Ansicht nach noch nicht genügend geklärt, wie überhaupt die ganze Frage der Schleimtinktion noch ziemlich dunkel ist. Wann kann man aus der Art der Färbung auf wirkliches Mucin, wann auf eine Mucinvorstufe, wann auf mucinähnliche Körper, Mukoide, schließen? Das sind ungelöste Fragen. Vor allem ist die Tingirbarkeit der Zellen verschieden nach der Art der Fixation, ferner danach, ob das Material beim Fixieren noch ganz frisch und lebenswarm war usw.; frisches, nichtfixiertes Material verhält sich anders als fixiertes, lebendes anders als totes. Nachstehend seien diese Verhältnisse etwas näher besprochen.

I. Färbung des Schleimes durch Haematëine und Haematoxylin. Schon früher benutzte man verschiedene alaunhaltige Haematoxylinlösungen zur Schleimfärbung. Diese versagten aber unter gewissen nicht näher zu ermittelnden Bedingungen. Erst P. Mayer (221, 222) führte den Nachweis, daß nur solche Lösungen von Haematein (resp. oxydiertem Haematoxylin) den Schleim sicher färben, welche nur relativ geringe Quantitäten von Tonerdesalzen enthalten, bez. nur soviel von diesen, die gerade nur zur Bildung der färbenden Substanz ausreichen. Er spricht sich darüber wie folgt aus:

„Das Haematoxylin als solches färbt weder Kern noch Schleim. Stets ist beim Färben die Anwesenheit eines anorganischen Salzes erforderlich. Ferner tritt auch nie das unveränderte Haematoxylin, sondern seine Oxydationsstufe, das Haematein, in die Farbe ein.

Speziell zur Schleimfärbung hat man sich wohl immer der Kombinationen von Haematein mit Tonerde bedient, von denen aber stets ein gewisser Reifegrad verlangt wird. Was die Reifung anbetrifft, so ist darüber folgendes zu sagen:

1. Enthält die Lösung freie Säure, so färbt sie in der Regel den Schleim nicht.

2. Enthält sie relativ viel Alaun, so färbt sie Schleim in der Regel ebenfalls nicht.

3. Enthält sie relativ wenig Alaun, aber viel Haematein, so färbt sie manche Arten Schleim, tingiert aber auch die Kerne stark."

Eine der den Schleim am besten färbenden Haematoxylinlösungen ist das sogenannte Muchaematëin, eine Lösung von Haematëin und Aluminiumchlorid, zu der P. Mayer folgende beide Vorschriften gab.

1. 0,2 g Haematein mit einigen Tropfen Glycerin gerieben, dazu 0,1 g Chloraluminium, das ganze in 40 ccm Glycerin und 60 ccm Wasser lösen.

2. 0,2 g Haematein, 0,1 g Chloraluminium, 100 ccm 70 % Alkohol, 1—2 Tropfen Salpetersäure.

Dieses Muchaematëin bewirkt stets eine sichere dunkelblaue Färbung des Schleimes. Ledermann (323) empfiehlt bei Färbung des Schleimes mit Muchaematein Vorfärben der Kerne mit Parakarmin. Auch Bloch (38—40) erzielte mit dem Mayerschen Muchaematëin eine fast konstante Färbung des Schleimes. Da mir die beiden Mayer'schen Muchaematëine zur Verfügung standen, stellte ich mit ihnen wie überhaupt mit allen mir zu Gebote stehenden Schleimfarben vergleichende Untersuchungen über das tinktorielle Verhalten der Becherzellen an. Dabei resultierte folgendes: Einmal färbten beide mir zur Verfügung stehende Muchaemateine den Inhalt der Becherzellentheka nicht, wie P. Mayer angibt, dunkelblau, sondern ausgeprägt kirschrot. Andererseits ergeben sich auch Unterschiede in bezug auf die Färbbarkeit der Becherzellen in den einzelnen Darmabschnitten. Während die Becherzellen der Rektaldrüsen durch die alkoholische Lösung, die übrigens bessere Präparate als die wässerige lieferte, schon nach drei Stunden intensiv kirschrot gefärbt wurden, tingierten sich die Becherzellen in den anderen Darmabschnitten, besonders im Caecum und Colon, sowie im Jejunum, erst nach zwei Stunden und dann noch in geringerer Intensität, während man im Ileum wieder eine intensivere Färbung wahrnehmen konnte. Im Dünndarm waren die Becherzellen auf den Zotten meist stark gefärbt, die in den Darmeigendrüsen schwächer, während die im Drüsenfundus angehäuften Zellen (Becherzellen und Paneth'sche Zellen) sehr intensiv gefärbt waren. Wenige Präparate, die mit einer alten Lösung von Mayerschem Muchaematëin gefärbt waren (Caecumgrund, Rectum vom Pferd, Duodenum vom Esel und Duodenum der Katze) zeigten eine Braunfärbung des Thekainhaltes.

Eine Haematoxylinlösung, die unter näher nicht ermittelten Umständen den Schleim färbt, ist das „Delafield'sche Haematoxylin". Von ihr sagt u. a. Hoyer (166):

„Ich erhielt mit Haematoxylinlösungen meist nur Kernfärbung; nur mit Delafield'schen Haematoxylin gelang unter Umständen, die ich nicht zu eruieren vermochte, auch gute Schleimfärbung."

Watney und Klein erachteten diese Färbung für so sicher, daß sie das Vorhandensein von Mucin annahmen, sobald die Färbung eintritt; tritt sie nicht ein, dann ist nach ihnen eine mucinogene Sub-

stanz zugegen. In diesem Sinne schildern sie ihre Untersuchungsergebnisse an den Darmzotten der Katze. Die gleiche Ansicht vertrat Möbius (232) (Schleimfäden in der Niere des Stichlings). Paulsen (265) färbte mit Delafield'schem Haematoxylin Becherzellen in der Nasenschleimhaut starkblau oder blauviolett an Osmiumsäuregemisch oder Heidenhain'schen Präparaten. Bei Osmiumgemisch — und ganz besonders bei Heidenhain-Präparaten — trat in der schwächer tingierten Grundsubstanz des Becherinhalts ein intensiv gefärbtes Netzwerk hervor. An der unteren Muschel des Pferdes, wo die Becherzellen sehr dicht standen, sieht man, wie Fäden aus diesem Maschenwerk des Bechers heraustreten, sich auf der freien Oberfläche ausbreiten, und zu einer zusammenhängenden Schicht verschmelzen. Auch Cloëtta (70) färbte mit diesem Präparate Becherzellen im Vogeldarm.

Auch mir standen verschiedene Haematoxylinlösungen zu Gebote. Was meine Erfahrungen mit Delafield'schem Haematoxylin anbetrifft, so habe ich gefunden, daß es keine absolut sichere Schleimfarbe ist, ich fand z. B., daß eine ältere Lösung, die die Kerne ausgezeichnet tingierte, den Inhalt der Becherzellen vollständig ungefärbt ließ. Mit frischen Lösungen von Delafield'schem Haematoxylin erhielt ich oft ähnliche Resultate wie mit Muchhaematëin. Auch hier tingierten sich die Becherzellen der Rectumdrüsen (des Pferdes) binnen kurzem intensiv. Ein Mangel ist aber bei der Schleimfärbung mittels Delafield'schem Haematoxylin zu bemerken. Ehe sich der Schleim intensiv genug gefärbt hat, sind die Kerne überfärbt und man ist genötigt, das Präparat durch salzsauren Alkohol zu differenzieren. Durch diese Manipulation wird aber auch die Schleimfärbung ausgewaschen.

Neben Delafield'schem Haematoxylin benutzte ich noch vorzugsweise Friedländer's Haematoxylin. Mit diesem erzielte ich insofern bessere Resultate als mit dem Delafield'schen, als sich die Präparate nicht so überfärbten, bez. der gefärbte Schleim sich mit salzsaurem Alkohol nicht so leicht auswusch.

Böhmer'sches Haematoxylin hat nach Paneth (260) den Inhalt der Theka niemals gefärbt, ebensowenig als irgend etwas im Gewebe, die Kerne ausgenommen. Für sich allein ist diese Färbung darum ganz unbrauchbar, nur mit anderen zusammen könnte sie gute Resultate geben.

Haematoxylin nach Heidenhain ergab nach Paneth (260) in Pikrinsäurepräparaten vortreffliche Präparate. Der Inhalt der Theka war schwach gefärbt. Nach Fixation mit Flemming'scher Lösung war der Inhalt der Theka dunkelschwarz.

Eine weitere schleimfärbende Haematoxylinmischung nach Heidenhain ist das sogenannte Vanadium-Haematoxylin, besonders an Sublimatpräparaten anwendbar und dabei oft starke Metachromasie zeigend. Mucin wird oft blaugefärbt.

Schließlich wird das Mucin durch die Glycerin-Alaun-Haematëinlösung nach Rawitz veilchenblau gefärbt.

II. Färbung des Schleimes durch Karmine und Cochenille. Die früher von Hoyer zur Drüsenfärbung empfohlene Cochenilletinktur ist zur Schleimfärbung nicht verwendbar, dagegen ist im „Mucikarmin" ein Schleimfärbemittel geboten, das nach meinen Erfahrungen allen Anforderungen genügt.

Mucikarmin soll nur den Schleim färben, nicht auch die Kerne; leistet es das nicht, so enthält es aus irgend einem Grunde freie Säure, und dann muß von einer 1% Lösung von doppelt kohlensaurem Natron vorsichtig tropfenweise soviel hinzugefügt werden, bis sich nur noch der Schleim färbt.

Indigokarmin färbt den Schleim nicht, ist aber als Kontrastfarbe zu empfehlen. Man nehme nicht die unpraktische Merkel'sche Vorschrift, sondern statt ihrer einfach eine Lösung von 0,1 g Indigokarmin in 50 ccm Aq. dest. (oder 5% Alaunlösung).

Wie ersichtlich ist von dieser Farbgruppe einzig und allein das Mucikarmin ein gutes Färbemittel zum Nachweis von Mucin. Dies ist es in so hohem Maße, daß ich sagen möchte, keine Schleimfarbe gibt so herrliche Bilder, wie gerade Mucikarmin, besonders, wenn man es, wie ich es in ausgedehntem Maße getan habe, als zweite Farbe anwendet bei der Färbung mit Eisenalaun-Weigert's Haematoxylin nach Heidenhain. Ich habe keine Schleimfarbe so viel und stets mit solchem sicheren Erfolge angewendet, als Mucikarmin. Auch Klose (75) und Heidenhain (149) empfehlen es neben anderen Autoren sehr. Letzterer schreibt darüber:

„Im Zustande der Füllung der Becherzellen der Mastdarmdrüsen von Hunden und Kaninchen blieb der schleimhaltige Zellabschnitt ungefärbt, nach heftiger Steigerung der Sekretion mittels Pilocarpin nahm der ganze Zellkörper stärkere Karminfärbung an."

Diese letzten Vorgänge sind auch bei Klose (175) beschrieben. In dieser Richtung stellte ich keine Versuche an, sondern fand besonders bei den so überaus zahlreichen, dicht liegenden Becherzellen der Rektaldrüsen eine intensive Rotfärbung des Netzwerkes innerhalb der Theka.

III. Außer diesen Farbstoffgruppen sind es noch in erster Linie die sogenannten basischen Teerfarbstoffe, die man zum großen Teile mit Recht als eigentliche Schleimfarben bezeichnen könnte. Diese tingieren das schleimige Sekret in den Zellen meist intensiver als die übrigen Zellbestandteile, aber meist in demselben Farbton. Nur eine kleine Anzahl dieser Farben erleidet bei Tingierung des Mucins selbst eine Farbänderung, ein Vorgang, den man mit dem Namen „Metachromasie" belegt. Man unterscheidet infolgedessen unter den basischen Teerfarbstoffen zwischen solchen mit großer Affinität und metachromatischen Farbstoffen.

a) Farbstoffe mit großer Affinität sind z. B. Methylgrün (Schiefferdecker u. a.); Bismarckbraun (List, Steinhaus, Bizzozero), Methylenblau (Paneth, Bizzozero); Methyl- und Gentianaviolett (Sußdorf) etc. Diese Farben sind im allgemeinen basophil (Dekuisen, Hoyer).

b) Metachromatische Farbstoffe. Raudnitz war der erste, der Metachromasie erzielte mit Violett B, Steinhaus mit Safranin (bei Salamander); Landowsky und Fries mit Goldchlorid; Paneth mit Jodgrün und Safranin (letzteres nur bei Maus, nicht beim Menschen); Bizzozero mit Safranin beim Menschen. Hoyer mit Thionin, Lauths Violett und Toluidinblau. Dabei ist die Fixation von Einfluß auf die Intensität und die Natur dieser Reaktionen. Struiken findet, daß Methylgrün für die Becherzellen des höheren Teils des Verdauungs-Traktus ausgezeichnete Färbungen gibt, für die Teile näher dem Rektum weniger starke; gerade umgekehrt verhalten sich Bismarckbraun und Toluidinblau.

Zur Metachromasie ist noch zu bemerken, daß der Farbstoff „metachromatisch", das betreffende Gewebselement aber, hier also der Schleim oder seine Vorstufen, „chromotrop" ist. Außer Schleim gibt es auch andere chromotrope Gewebselemente, wie die amyloide Substanz, Mastzellengranula, die Knorpelgrundsubstanz etc. Es gibt auch Autoren, welche meinen, daß die Metachromasie wohl in den meisten Fällen von der Beimengung anders gefärbter Derivate zu den fabrikmäßig hergestellten Präparaten abhängt, und daher auch nicht ständig wahrgenommen wird, selbst bei aus gleicher Quelle bezogenen gleichnamigen Produkten, so namentlich bei Jodgrün, Methylgrün, Violett etc. Aber wie schon oben erwähnt, ist für das Zustandekommen der oft günstigen Bilder der Metachromasie einmal die Fixationsmethode von großem Einflusse und dann auch noch die Behandlung des Schnittes, wie Differenzierung, Entwässerung, Einbettung etc. Ich gedenke hier gerade der Schwierigkeiten, die ich hatte, um gute Bilder zu erzielen bei Präparaten, die nach Metzner fixiert mit Toluidinblau bez. Thionin gefärbt werden sollten. Gelingt dem Untersucher die Färbung, dann kann man die günstigsten Abstufungen von hell und saftgrün bis zum dunkelblau sehen. Sehr gute metachromatische Bilder gibt auch die Fixation in conc. Sublimatlösung.

Interessant ist aber auch der Einfluß des Alters des Schleimes auf die Farbstoffe. Darüber stellte Bizzozero eingehende Untersuchungen an. Er sagt darüber folgendes:

„Der Schleim, welcher die granuläre Struktur am meisten festhält, ist als junger zu betrachten"

und gibt folgende Tabelle über das Verhalten alten und jungen Schleimes gegen Reagentien:

Präparationsmethode:	junger Schleim:	alter Schleim:
1. Alkohol, Safranin, Zucker	*kastanienbraun*	*schwefelgelb*
2. Kleinenberg'sche Fl., Safranin, Zucker	*kastanienbraun*	*hellgelb, besond. schwefelgelb*
3. Hermann's Fl., Wasser	*bräunlich*	*bräunlich, aber weniger intensiv*
4. dito, Safranin, Chromsäure, Alkohol, Dammar	*solferinorot*	*gelblich oder gelbrot*
5. dito, Safranin, Zucker	*violett-braunrot*	*kastanienbraun*
6. dito, Haematoxylin, Salzsäure-Alkohol, Dammar	*ganz oder fast ungefärbt*	*intensiv violett*

Eingehende Literaturangaben über die Resultate, die man mit basischen Teerfarbstoffen bei der Schleimfärbung erzielte, sowie über die Schleimfärbung im allgemeinen findet man bei Biedermann (20), P. Ehrlich (88—90), Schiefferdecker (308—310), Sußdorf (336), Struiken (331), Paneth (260, Bizzozero (24—35) u. a. m. Solche Teerfarbstoffe, und zwar basische — denn sehr bald stellte Hoyer (160) fest, daß nur basische Teerfarbstoffe den Schleim färben, die dann Weigert als spezifische Bakterienfarbstoffe charakterisierte — sind salpeter- oder salzsaures Rosanilin, Fuchsin (gewöhnliches und das von Grübler bezogene neutrale Fuchsin nach Unna)

> Magentarot, echtes Magdala, Jodgrün, Methylgrün (00), Methylviolett, Gentianaviolett, Kristallviolett, Jodviolett, Dahlia, Viktoriablau, Bismarckbraun (Vesuvin), Chinoleinblau, Kongorot, Lyonblau, Naphtalaningelb, Smaragdgrün, Tropaeolin, Methylenblau, Safranin, Chrysoidin,

Auramin und Chrysanilin färben zwar auch das Mucin intensiver als das Protoplasma, stellen aber nur sehr wenig wirksame Farbstoffe vor.

Als unbrauchbar stellt Paneth (260) hin: Chinoleinblau, Kongorot, Lyonblau, Naphtalaningelb, Smaragdgrün, Tropaeolin und Viktoriablau, nach Hoyer außerdem, weil sauer: Säurefuchsin, Eosin, Fluorescin, Phloxinrot, Echtrot, Bordeaux, Crocein, Bibricher Scharlach, Orange, Aurantia, Metanilgelb, Corallin, Orcein, Coccinin und Kernschwarz.

Am wertvollsten sind nach Hoyer in doppelter Richtung das Methylenblau und das als Bismarckbraun oder Vesuvinbraun bekannte Triamidobenzol, das schon von List (219, 210) für den angegebenen Zweck empfohlen wurde. Namentlich das Methylenblau markiert selbst geringste Mucinspuren noch deutlich, während das Bismarckbraun nur größere Mucinmengen scharf hervorhebt. Wie das Methylenblau kann das Methylengrün, das Dimethylphenylengrün, das Metamidomalachitgrün zur quantitativen Schätzung mucinhaltigen Sekretes verwertet werden, besonders bei Gebrauch schwacher Lösung, wo sich das Gewebe am wenigsten färbt. Das Safranin liefert, wie Paneth und Steinhaus zeigten, eine metachromatische Färbung des Mucins, welches orangefarben von dem rosa Gewebe und

seinen rubinroten Kernen absticht (unbeständig, nur neben Methylenblaufärbung zu benutzen). Weitaus übertroffen werden aber auch diese Farbstoffe von dem Thionin oder Lauth's Violett (Gewebe schön hellblau; mucinhaltige Elemente rotviolett; Intensität der Färbung nach dem jeweiligen Mucinreichtum der Elemente abgestuft). Als besten Ersatz dafür empfiehlt Hoyer das als Amethyst bezeichnete Thionin. Das damit gefärbte Mucin zeigt nur eine etwas bläulichere Nuance gegenüber der mehr rotvioletten des echten Thionins. Recht gut ist auch das Toluidinblau. Ebenfalls Metachromasie, aber in wenig auffälliger Nuance liefert das Phenylenbraun. Die Färbung geschieht nach Hoyer mit stark verdünnten, wässrigen Lösungen (2 Tropfen einer gesättigten wässrigen Lösung auf 5 ccm Wasser) die meist in 5—15 Minuten vollendet ist, Paraffineinbettung. Bei Celloidineinbettung muß berücksichtigt werden, daß längere Alkoholeinwirkung die Färbbarkeit des Mucins beeinträchtigt. In demselben Sinne wirken saure Fixierungsflüssigkeiten, wie Pikrin-, Chrom-, Salpeter-, Osmiumsäure, Flemming'sche Lösung etc. Absoluter Alkohol, rein oder zu gleichen Teilen mit Chloroform gemischt, als Fixierungsmittel verwendet, ließ zunächst die Metachromasie des Thionins nicht recht zur Geltung kommen, als aber die Schnitte kurze Zeit (eine halbe Minute etwa) der Einwirkung starker Sublimatlösung ausgesetzt, mit Alkohol ausgewaschen und dann erst gefärbt wurden, stellte sich die Doppelfärbung wieder ein. Es erwies sich sogar als vorteilhaft, das nachträgliche Eintauchen der Schnitte in Sublimat auch nach Fixierung der Schnitte in Sublimat vorzunehmen.

Von den erwähnten basischen Teerfarben habe ich eine Anzahl verwendet und dabei folgende Erfahrungen gemacht:

Dahlia (Hofmanns Violett, Primula, Jodviolett, Triphenylmethanfarbstoff) wurde außer von Ehrlich (88 –90) auch von Schiefferdecker (308—310) mit Eosin, von Stöhr (329) mit Karmin zusammen in Anwendung gebracht. Nach Grünhagen (140/141) sollte sich die Theka der Becherzellen nicht färben. Letztere Bemerkung kann ich nicht bestätigen, infolge Mangels oder wenigstens sehr geringer Metachromasie heben sich die Becherzellen nicht sonderlich von dem umgebenden Gewebe ab.

Fuchsin (Rubin, Magenta, Solferino, Rosein, Erythrobenzin) wurde empfohlen von Podwissotzky (395), von Sußdorf (336) und List. Neben seiner Eigenschaft, ein recht gutes Kernfärbemittel zu sein, ist eine prächtige, violette Metachromasie zu beobachten.

Gentianaviolett wurde sehr empfohlen von Flemming (106), Sußdorf (336), Paneth (260), Böhm und Oppel (45), Struiken (331), M. Heidenhain (145), Laudet (198) und Sarubin (297). Der Becherinhalt wird sehr schön blau bez. dunkelviolett mit einem Stich ins rötlichbraune.

Jodgrün (Hofmann's Grün, Pentamethylrosanilin entweder als Pikrat oder Zinkdoppelsalz) wurde mehrfach zur Schleimfärbung benutzt und empfohlen, so von Podwissotzky (395), Flesch (109), Stiesbach (139) und Paneth (260). Nach letzterem färbt sich das Becherzellensekret smaragd- bis olivgrün, das übrige Gewebe türkisblau oder blaugrün, nach Flesch (109) graublau, nach Härtung in Alkohol, Pikrinsäure oder Flemming'scher Lösung färbt sich der Inhalt der Theka intensiver, aber in demselben Farbton wie das übrige Gewebe. Ich habe mit Jodgrün keine günstigen Resultate erzielt, höchstens daß eine schwach schmutzig grüne Färbung der Becherzellen diese von dem hellgrün gefärbten übrigen Gewebe abhob.

Methylenblau wurde empfohlen von Sußdorf (336), Paneth (260) und Hoyer (160). Weiterhin benutzten es mit gutem Erfolg von Seiler (319), Cloëtta (70), Heidenhain (149), Mayer (221), Krause (187), Théohari (343) und Sarubin (297). Neben den Zellkernen und Kernkörperchen färbt es noch basophile Granulationen der Mastzellen, den basophilen Leib der Lymphocyten etc., aber hauptsächlich Mucin und zwar schön hellblau. Einer seiner Hauptvorteile ist, daß es nie überfärbt. Es färbt Schleim intensiv blau, aber das übrige Gewebe hellblau; eine schwach rötlich violette Metachromasie ist selten wahrzunehmen.

Ähnlich färbt den Schleim das Polychrome Methylenblau, das nach Unna den Schleim sehr intensiv und infolge der künstlich hervorgerufenen Beimischung von Methylenrot und Methylenviolett ausgesprochen rot färbt, am besten nach Alkoholhärtung. An den wenigen Präparaten, die ich mit polychromen Methylenblau färbte, fand ich Obiges bestätigt.

Methylgrün (Lichtgrün, Vert Lumière, Doppelgrün) wurde zu Schleimfärbung benutzt von List (209), Bizzozero (24—25), Struiken (331), M. Heidenhain (145), Galeotti (132) P. Mayer (221) und Schiefferdecker (308—310). Neben dem Schleim, der hellgrün erscheint, färbt es noch den Kern und ist eine unserer besten und am meisten verwendeten Kernfarbstoffe; es überfärbt nicht und gibt eine reine grüne, meist etwas blaustichige Chromatinfärbung und zwar färbt es ruhende Kerne bläulich, in Mitose befindliche grün oder leuchtend grün. Es verdrängte mehr oder weniger das Jodgrün. Vielfach in Verbindung mit anderen Farbstoffen angewandt. Das wichtigste Gemisch ist das Ehrlich-Biondi'sche mit folgenden Resultaten: Zellkerne dunkelgrün, Schleim hellgrün, Protoplasma dunkelrot, Bindegewebe hellrot, Blutscheiben ziegelrot. Nach Zipkin (380) färben sich mit Ehrlich's Triacid grünblau die Grunula der Becherzellen, das Bindegewebe, helle oberflächliche Stellen in den Epithelien der Krypten, dunkelorange die Granula der eosinophilen Zellen, blaßorange rote Blutkörperchen und rundliche Massen in den Phagocyten. Das Ehrlich'sche Dreifarbgemisch lieferte auch bei mir dieselben Resultate, wie sie R. Zipkin angibt.

Methylviolett (Pariser Violett, Pyoktanin) als Schleimfarbe empfohlen von Schiefferdecker (308 — 310), Sussdorf (336),

Struiken (331), M. Heidenhain (145), P. Mayer (221), Schaffer (305) und Sarubin (297). Ähnlich wie Methylgrün ein ausgezeichnetes Kernfärbemittel, wirkt als Schleimfarbe stark metachromatisch, indem der Schleim stark rötlich-violett erscheint. Neutralrot (Toluylenrot) färbt Kerne und andere basophile Gewebsbestandtteile rot, z. B. das Mucin, gelb das Protoplasma. Empfohlen von Witt, Ehrlich (88—90) und Kultschitzky (194). An meinen Präparaten erscheint der Schleim mehr schmutzigrot, oft nur gelbrot.

Orcein soll nach Schaffer (305) in Säure-Lösung verschiedene schleimhaltige Drüsen und Becherzellen nach Alkoholhärtung färben. Nach Zimmermann (6379) sollen bei Anwendung guter Orceinlösung die Schleimzellen die feinsten Funktionsunterschiede aufweisen. Hoyer traf bei anderen Autoren analoge Wahrnehmungen nicht an. Auch ich färbte mit Orcein nie die Becherzellen.

Phenylenbraun (Bismarckbraun, Vesuvin etc.) ist von zahlreichen Forschern als ein den Schleim intensiv färbendes Präparat anerkannt worden, nachdem es zur Färbung von Becherzellen von Liszt (209), Hermann, Paneth (260), Rawitz (277), Bizzozero (24—35), Böhm und Oppel (45), Schaffer (305), Struiken (297) und Laudel (198) sehr empfohlen worden war. Liszt empfiehlt es in Verbindung mit Methylgrün, wobei sich das Gerüstwerk innerhalb der Zellen schön bräunlichgrün oder dunkelbraun färben und mit einer Schärfe wie bei keiner der üblichen Tinktionsmethoden hervortreten soll. Neben Mucikarmin kann ich Bismarckbraun wohl am meisten empfehlen, da es den Schleim stets sehr sicher und ziemlich intensiv, allerdings in demselben Farbton, nur bedeutend dunkler wie das übrige Gewebe färbt.

Safranin wurde zuerst von Flemming zur Schleimfärbung verwandt, der nach Fixierung mit Osmium Becherzellen rostbraun gefärbt erhielt. Paneth (260) erhielt nach Härtung mittels Pikrinsäure braunrote, rostfarbige Tinktion der Bechertheka. Er schreibt darüber:

„*Safranin gibt sowohl nach Härtung des Gewebes in Alkohol oder Pikrinsäure sowohl an Mäusen wie an Tritonen eine Doppelfärbung. Das Gewebe ist karmin- oder krapprot gefärbt. Die Kerne treten deutlich hervor, auch das Protoplasma der Zellen ist nicht farblos. Der Inhalt der Theka der Becherzellen ist braunrot bis rostfarbig oder von der Farbe einer dünnen Eosinlösung; es ist ein sehr deutlicher Umschlag in das gelbe eingetreten. Bei Tritonen ist das Resultat dieser Färbung sehr konstant. Der Umstand, dass es auch nach Alkoholhärtung eintritt, beweist, dass es nicht etwa davon herrührt, dass die Pikrinsäure an dem Inhalt der Theka der Becherzellen hartnäckiger haftet und durch Beimischung den gelbroten Ton erzeugt. Dies ist nicht der Fall, wie man sich durch Betrachtung eines ungefärbten Präparates und durch das Resultat anderer Färbungen (Methylenblau, Haematoxylin) überzeugen kann. Bei der Maus wurde diese Färbung nur nach Pikrinsäure-Härtung versucht, sie tritt hier nicht konstant ein, vielmehr bleibt häufig der Inhalt der Theka ungefärbt.*

An Flemming-Präparaten tritt auch eine Doppelfärbung ein, am ausgesprochensten und schönsten bei der Maus, wo sich der Inhalt der Theka mehr oder weniger intensiv violett färbt (niemals braunrot), während der Rest des Gewebes krapprot ist.

Auch beim Triton färbt sich das Sekret der Becherzellen nach Härtung in Flemming'scher oder Rabl'scher Flüssigkeit (Chromsäure 1 : 3000 mit etwas Ameisensäure) anders als das Protoplasma, es nimmt aber einen schmutzigen, schwärzlichen Ton an. Dieselbe Farbe wie der Inhalt der Theka erhält auch der häufig damit in Zusammenhang stehende im Lumen des Darmes befindliche Schleim."

Mit Paneth (260) stimmen im wesentlichen überein: Böhm und Oppel (45), von Seiler (319), Struiken (331), Cloëtta (70), Krause (187), Böhm und Davidoff (44), von Ebner (86), M. Heidenhain (145). Von wesentlichem Einfluß auf das Resultat, insbesondere auf den Ton der Safraninfärbung ist die Fixierungsweise der Objekte, dagegen nebensächlich die Lösung der Farben in Wasser oder in mehr oder weniger wasserhaltigem Alkohol, sowie deren Konzentration. Ich färbte mit Safranin nur nach vorangegangener Härtung in Flemming'scher Lösung und fand stets eine deutlich violette Metachromasie. Diesen Befund bestätigen nach den Mitteilungen von Paneth (260), Lankowsky (201), Sarubin (297), Laudel (198), Nicolas (241—43) und Sacerdotti (289, 290) (Hermann'sche Flüssigkeit). Laudel (198) erhielt aber an den Becherzellen des Rektums vom Kaninchen teils violette, teils rote Färbung des Schleimes. Nach Mayer (221) erhält man diese violette Schleimfärbung durch Ausziehen stark tingierter Schnitte mit angesäuertem Alkohol oder durch Färbung mittels starker, mit HCl schwach versetzter Safraninlösung. Die Gelbfärbung des Schleimes nach Safranin ist nach Bizzozero (II pag. 240) nur schwer zu konservieren; sie schwindet so leicht, daß Bizzozero es für zweckmäßig ansah, die Schnitte in verdünnter Farblösung unter dem Mikroskop zu untersuchen. Am besten erhielt sich die Färbung in Zuckersyrup. Weiter verweisen auf die Metachromasie bei der Färbung mit Safranin Majewski (213) und Kultschitzky (192—194).

Ein weiterer, sehr stark metachromatisch färbender basischer Teerfarbstoff ist das Thionin (Laut's Violett). Es wurde empfohlen von Kuczynski (191), Seidenmann, Majewski (213), M. Heidenhain (145), Niclogu, P. Mayer (221), R. Krause, Kultschitzky (192—194), Sarubin (297), Laudel (198), Zimmermann (379) und Hart (143). Nach Majewski (213) färbt es den Schleim rotviolett. Die Unsicherheit, mit der es färbt, die auch Kultschitzky (192—194) angibt, bemerkte ich auch sehr oft:

„Die Unsicherheit in der Verwertung der besten Schleimfärbemittel ist zwar sehr bedauerlich, aber solange zuverlässige Methoden noch ein pium desiderium bleiben, wird wohl kein Forscher bei Untersuchung über Schleimsekretion derselben entraten wollen."

Unter den vorläufig noch gegebenen Umständen wird auch die Thioningruppe einstweilen noch ihren Wert behalten für Unter-

suchung über Schleimsekretion, da es die subtilen Zellbestandteile besser und klarer zur Anschauung bringt, als Mucikarmin und Muchaematëin. Einen Nachteil hat das meiner Ansicht den Schleim am schönsten, wenigstens die einzelnen Sekretstufen am besten metachromatisch färbende Thionin auf jedem Fall, es ist ungemein unbeständig; ich habe Präparate angefertigt, die mich, ehe ich sie in Alkohol und Balsam brachte, staunen ließen über die ungemein scharfe Farbennuancierung, aber schon im Alkohol, geschweige denn im Balsam, verblaßten die Präparate zu verschwommenen Bildern.

Ähnliche Resultate erzielte man mit dem von Struiken (331), Böhm und Davidoff (45), Maximow (223) und Ledermann empfohlenen Toluidinblau, auch hat es den nicht zu unterschätzenden Vorteil, daß es zwar rasch verblaßt, aber lange nicht so rasch wie das Thionin.

Die Mucinfrage bezw. die Frage nach der Bildung des Mucins in den Zellen ist noch ungelöst. Sind die Körner in den Zellen Promucin oder Mucingranula? Wann und wo findet der Übergang des Promucin in Mucin statt? Stellen die verschieden großen, verschieden lichtbrechenden, verschieden färbbaren Granula in derselben Zelle Entwicklungsstufen des Mucins dar? Oder sind die großen Granula nur kleine mit Mucin beladene Körner, sind also erstere Mucinbildner, die schließlich bei der Sekretion das Mucin abgeben und dann neues bilden und bestehen bleiben?

Die feinere Struktur der Becherzellen.

Die Untersuchung des feineren Baues der Becherzellen lag weniger im Bereiche meiner Untersuchungen; aber ich machte gelegentlich der vorstehend besprochenen Untersuchungen gewisse Beobachtungen, die ich hier anführen möchte. Nach Paneth (260) ist die Form der Theka wie man nach dem Vorgange von F. E. Schulze (315, 316) den Raum, in dem sich das Sekret der Becherzellen befindet, nach anderen die das Sekret umgebende Hülle zu nennen hat, sehr manigfaltig, länglich, mehr oder weniger ausgebaucht, wenn das Sekret durch eine Lücke des Bourrelet sich ergießt, flaschenförmig mit einem Halse versehen. Nach Schulze ist die bauchige, mehr oder weniger langgezogene Theka oben mit einer scharf begrenzten kreisförmigen Öffnung versehen. Diese Öffnung (Stoma) existiert nach Ebner (86) an der lebenden Zelle nicht, erst wenn infolge von Reagenswirkung der Inhalt der Becherzelle zerflossen ist, erscheint in der Oberfläche eine Öffnung, ein Stoma. Diese Meinung kann ich nicht teilen. Ich glaube, daß die lebenden secernierenden Becherzellen ein Stoma besitzen. Man sehe sich nur einmal einen Querschnitt, besser noch einen Tangentialschnitt durch das Zottenepithel an, wie ich es in Figur 3 (das Epithel des Esels) abgebildet habe.

Daß man von einem Stoma bei einer noch nicht reifen Becherzelle reden kann, bezweifle ich eher, vollends wenn man, wie es viele Autoren tun, annimmt, daß die Becherzellen aus den zylindrischen Saumzellen entstehen; dann entsteht das Stoma in dem Moment, in dem der Stäbchensaum auf der schleimig entartenden Zelle platzt. Ich komme auf diese Frage nochmals zurück bei der Besprechung der heiklen Frage der Verwandtschaftsverhältnisse der Epithelarten der Darmschleimhaut untereinander. Andere Autoren verstehen unter Theka die protaplasmatische Mantelschicht bez. -membran und glauben, daß diese am Kopfe und an der Basalseite fehlt. Zu diesen Autoren gehört Oppel (245), der sie für eine echte Zellmembran hält. Nach Ebner (86) ist die Theka keine wirkliche Zellenmembran, sondern das verdichtete Ectoplasma der Zelle, das keine schleimige Metamorphose erleidet und nach der Basis der Zelle ohne scharfe Grenze in den rein protoplasmatischen Fußteil der Zelle übergeht. Mag dem aber sein, wie es wolle, der Inhalt der Theka, also das, was uns in erster Linie interessiert, das Sekret ist schleimiger Natur (sei es Mucigen oder Mucin). Nach ihm heißen ja die Becherzellen auch Schleimzellen. Dieses Sekret quillt oft büschelförmig hervor und breitet sich oft über eine Reihe der anliegenden Epithelzellen aus. Die große Anzahl der Becherzellen scheint nämlich ihr Schleimsekret nicht plötzlich über die Oberfläche zu entleeren, sondern die Entleerung scheint nur allmählich zu erfolgen. Die Zellen stehen daher mit dem entleerten Schleim noch solange im Zusammenhange, bis ihre Schleimproduktion aufhört. So beschreibt es wenigstens Hock (161) und ich kann ihm auf Grund meiner Untersuchungen nur beipflichten. Auch Sußdorf (336) bildet es so ab. Auch ich sah oft die Darmeigendrüsen mit einem wahren Schleimpropf angefüllt, der mit den einzelnen Becherzellen noch in Verbindung stand, so daß die Becherzellen wie kleine Knospen an einem dicken Stiel saßen. An dieser Stelle möchte ich nicht versäumen, Hoyer's Ansicht über das Sekret der Becherzellen anzuführen, besonders, da ich seine Ansicht ganz und gar teile. Nach Hoyers's (166) Überzeugung besteht das fertige schleimige Sekret nirgends aus einem einheitlichen Mucin, sondern erhält ein Gemenge verschiedener, wenn auch nahe verwandter Stoffe. Die Färbemethode weist eben nur die Anwesenheit von Mucin nach, aber keineswegs von reinem Mucin. Hoyer hatte den Eindruck, als ob selbst das reine Mucin kein einfacher Körper sei, sondern eine Kombination von zwei Substanzen, einer gallertartigen, quellungsfähigen, an Quantität dominierenden und einer zweiten, mit der ersteren meist innig verbundenen, aber wesentlich spärlicheren, welche mit den basischen Farbstoffen chemische Verbindungen bildet (also die Rolle einer Säure spielt) und dadurch zum Indikator für die Anwesenheit des Mucins wird.

Die Kerne der Becherzellen.

Der Kern der Becherzellen besitzt eine sehr verschiedene Gestalt. Sehen wir uns einen Kern von einer hoch auf einer Zotte gelegenen Becherzelle an, so sieht dieser ganz anders aus als ein Kern einer tief in der Drüse gelagerten Becherzelle, genau so wie beide Becherzellen von einander verschieden sind. Im wesentlichen richtet sich die Gestalt des Kernes einer Becherzelle nach ihrer Gestalt bez. ihrem Füllungszustande. Schmale, schlanke, knospenförmige Becherzellen, wie wir sie besonders auf den Zotten des Dünndarmes finden, haben längliche ovale Kerne, morphologisch kaum von denen der benachbarten Zylinderzellen differenziert. Je mehr Sekret sich aber im Becher ansammelt, desto mehr wird der untern Sekretbecher befindliche, den Kern enthaltende Protoplasmateil verdrängt; so gibt auch der Kern dem von oben wirkenden Drucke nach, verbreitert sich und nimmt eine mehr polyedrische Gestalt an. Wirkt der Druck weiter, d. h. ist die Zelle prall mit Schleim angefüllt, dann wird auch der Kern immer breiter gedrückt und nimmt eine halbmond-, schüssel-, tellerförmige, ja selbst sichelartige Gestalt an. Solche Kerne sehen wir besonders an reifen Becherzellen, mit denen oft die Rektaldrüsen geradezu austapeziert sind. Ähnlich beschreibt Bizzozero (24—35) die Formschwankungen der Becherzellenkerne:

„Der Kern der mit Sekret prall angefüllten Becherzellen, zusammengedrängt wie er ist, präsentiert sich, wenn von der Schnittfläche gesehen, unter der Form eines sehr dünnen, homogenen und glänzenden und von den gewöhnlichen Kernfärbemitteln ziemlich intensiv gefärbten Halbmondes; in der Flächenansicht hingegen erscheint er noch oval, feinkörnig und mit Kernkörperchen versehen, während der Kern der nicht so stark gefüllten Becherzellen, wie wir sie meist auf den Zotten treffen, in der Form modifiziert ist, d. h. er ist schmal und lang geworden und seine Längsachse ist parallell der Längsachse der Zelle; doch bewahrt er seine grosse Färbbarkeit und sein glänzendes Aussehen."

Auch Hock (161) schildert die Morphologie des Becherzellenkernes, wie folgt:

„Der Kern ist, wenn überhaupt sichtbar, fussständig und zwar bei den einen der Zellen wie in die scharf konturierte Peripherie eingeschaltet, eine sockelförmige Verdickung derselben darstellend, bei den anderen wieder ist er länglich und setzt sich von der Zelle scharf ab und macht den Eindruck eines Stieles."

Schaffer (305) meint, daß man aus der Übereinstimmung in der Form der Kerne der sogenannten „schmalen Zylinderzellen" Zellen und wenig gefüllten Becherzellen vermuten dürfte, daß diese schmalen Zylinderzellen entleerte Becherzellen sind, die sich wieder zu Zylinderzellen regenerieren.

Allgemein wird bemerkt, daß die Kerne der Becherzellen sich im allgemeinen mit den üblichen Kernfärbemitteln intensiver färben, also chromatinreicher sind, als die der zylindrischen Saumzellen, was ich an allen meinen Präparaten bestätigt fand. Ebenso

ist allgemein bekannt, daß die Kerne der Becherzellen regelmäßig in einem tieferen Niveau liegen, als die der Saumzellen, mögen es nun prall gefüllte Becherzellen, bei denen das Verhalten selbstverständlich ist, oder mögen es knospenförmige sein.

Kernkörperchen sind in allen Becherzellkernen zu erkennen.

Von jeher hat man sich gefragt: sind die beiden Epithelarten des Darmepithels, die zylindrischen Saumzellen und die Schleim liefernden Becherzellen besondere Zellarten, die nichts miteinander gemein haben? Auch hier wieder scheiden sich die Autoren in zwei scharf von einander getrennte Lager, in solche, die die Becherzellen als Zellen sui generis, einzellige Drüsen, auffassen — und solche, die sie aus den zylindrischen Saumzellen entstehen lassen.

Von denjenigen Autoren, welche die Becherzellen als Zellen sui generis auffassen, seien hier genannt: F. E. Schulze (315 und 316), Ellenberger (98), Deimler (74), Oedmansson, Fries (122), Leydig (205), Gegenbauer (134), Garel, Ranvier (274) und andere. Schulze (315 und 316) behauptet ganz entschieden, daß die Becherzellen hier wie überall zweifellos Sekretionsorgane darstellen, daß sie einzellige Drüsen sind, welche eine wahrscheinlich schleimige Masse produzieren, in dem Hohlraum ihrer bauchigen Theka aufspeichern, und, sei es perpetuierlich, sei es zu gewissen Zeiten, etwa auf bestimmte Reize durch die obere Öffnung abgeben. Deimler (74) sagt:

„Ob die Becherzellen Zellen eigener Art sind, die etwa aus besonderen, im Epithel vorkommenden Zellen, z. B. den Basalzellen, entstehen, oder ob sie aus den eigenartigen Zylinderzellen hervorgehen können, ist eine noch ungelöste Frage.“

Ellenberger (95) betont, daß die Becherzellen Zellen eigener Art bez. einzellige Drüsen sind, die nicht aus den Zylinderzellen hervorgehen können. Die mit Saum versehenen Zylinderzellen hält er für Aufsaugungs-, die Becherzellen für Absonderungsorgane. Er spricht dies in seiner Physiologie und in verschiedenen Artikeln aus. Ein wichtiges Argument für unsere Ansicht von der Selbstständigkeit der Becherzellen liefert Monti (239). Sie hat gefunden, daß die Becherzellen während des Winterschlafes, wie während der Tätigkeit, persistieren, sie bilden sich also nicht auf Kosten der Zylinderzellen als Ausdruck einer Funktionstätigkeit, sondern sie sind autonome und spezifische Elemente. Ebenso sprechen Sacerdotti's (289 und 290) Befunde für obige Auffassung. Sacerdotti (289, 290) findet, daß sich die Schleimzellen im embryonalen Leben sehr früh von den anderen Zellen differenzieren. Schon beim 3,5 cm langen Kindsfetus fangen Zellgruppen an sich zu bilden, die eine schleimhaltige Höhle umschließen und beim 7 cm langen Fetus sind außer diesen Bildungen im Rektum Schleimzellen, wenn auch in spärlicher Zahl, im Duodenum und Ileum vorhanden.

Eine sehr große Anzahl von Autoren ist gegenteiliger Meinung; sie halten dafür, daß die Becherzellen aus den Zylinderzellen entstehen; Schaffer schildert diesen, von ihm an Dünndarm-Epithelzellen des Menschen gesehenen Übergang, wie folgt:

„Das Netzwerk der Zylinderzellen enthält oft Vakuolen, die mit keinem der angewendeten Färbemittel färbbar sind. Mehrere solcher Vakuolen fliessen oft zusammen, verdrängen das Protoplasma und beugen den Kutikularsaum vor, sodass er stärker gewölbt über die gerade Linie des Saumes der anderen Zellen hervorragt. Dabei verliert er seine Strichelung, und man erhält den Eindruck, als ob hier eine gewöhnliche Epithelzelle sich in eine Becherzelle umwandeln würde.“

Neben Schaffer (305) sind es Arnstein (5), Eimer (91, 93), Partsch, Klein (170, 171), Hoyer (166), Paneth (260), Steinhaus (325), Patzelt (264), Wittich (371, 372), Humilewski (167), Lipsky (208), Hock (161), von Basch (10—12), von Thanhoffer (339—342), Edinger (87), Fürstenberg (123) und andere, welche eine Umwandlung von Zylinderzellen in Becherzellen lehren. So sagt z. B. Lipsky (208):

„Wenn man den Darm einer frisch getöteten Katze in eine Lösung von doppelchromsaurem Kali legt, dann werden fast alle Zellen, sowohl des Dünn- wie des Dickdarmes in Becherzellen umgewandelt.

Nach Humilewski (167) hat das Dünndarmepithel nicht nur eine resorbierende, sondern auch eine sekretorische Tätigkeit. Viele Zylinderepithelzellen (und vielleicht alle) werden infolge von Schleimmetamorphose des Protoplasma zu Becherzellen umgewandelt. Die Verringerung und Teilung des Protoplasma der Zylinderzellen, die Vergrößerung und Abrundung des Kernes, die Verlängerung der Härchen (Stäbchen) des Kutikularsaumes charakterisieren die sekretorische Tätigkeit der Zellen, analog den Zellen der Lumendrüsen und anderen Elementen. Auch Fürstenberg (103) ist der Meinung, daß die Becherzellen durch Metamorphose aus dem Zylinderepithel hervorgehen und hat einzelne Übergangsstadien gesehen. Die am unteren Ende der Zelle gelegenen Zellkerne verfallen nach ihm teilweise ganz sowie der übrige Zellinhalt der Mucinmetamorphose.

Ich sah zwar auch Bilder, welche eventuell darauf schließen lassen könnten, daß die Becherzellen nur schleimig veränderte Zylinderzellen sind, doch sind mir meine wenigen Befunde viel zu wenig beweisend, als daß sie mich ins Lager derjenigen hätten ziehen können, die für das Verwandtschaftsverhältnis dieser beiden Zellarten plädieren. Ich sah nämlich bei einigen wenigen Präparaten des Pferdes im Oberflächenepithel des Caecums einige Zylinderzellen, in denen sich mit Haematoxylin blau färbbare Tröpfchen fanden, die den Eindruck erwecken konnten, daß sich hier eine Umwandlung des Eiweiß-Protoplasmas in Mucin vorbereite. Eine Ausbuchtung der Zellen, irgend eine Veränderung an dem Stäbchensaum oder am Kern war nicht zu bemerken, sodaß ich mich damit begnügen muß, die Tatsache zu registrieren, ohne sie für oder gegen eine der Theorien auszubeuten.

Zweifellos steht fest, daß die Becherzellen die Aufgabe haben, Schleim zu bilden; ob sie daneben noch andere Funktionen haben, ist zweifelhaft. Auch über die weiteren Schicksale der Becherzellen sind wir nicht orientiert. Wir wissen nicht, ob bei der Sekretion oft Becherzellen zugrunde gehen und wo und wie die neuen Becherzellen gebildet werden, wo Ersatz geschaffen wird. Schon vor 20 Jahren stellte Hoyer (166) in Bezug hierauf folgende Fragen auf:

1. Ob die Becherzellen nach völliger Ausstossung ihres Sekretes zugrunde gehen oder wieder mit neuem Material sich füllen.

2. Ob die Becherzellen als gesonderte, spezifische Gebilde zu betrachten sind, die zu den übrigen Epithelzellen derselben Schleimhautoberfläche in keiner genetischen Beziehung stehen oder ob die Becherzellen aus gewöhnlichen Epithelzellen hervorgehen und nach Ausstoßung des Sekretes wieder in solche sich zurückbilden können. Auf diese Frage kann man heute noch keine genügende Antwort geben.

Die Frage über das Schicksal der Becherzellen haben die Autoren recht verschieden beantwortet. Nach Gegenbauer (134) bleibt das untere Ende der Becherzellen mit dem Kern erhalten und von diesem Rest aus erfolgt der Wiederaufbau der Zelle. Nach Fries (122) gehen in der Amphibienlunge die Becherzellen ganz unter und neue Zellen bilden sich aus der Tiefe des Epithels. Fries nimmt für den Darm denselben Vorgang an, wenn er ihn auch dort nicht beweisen kann. Nach Ebner (86) ist beim Auftreten des Sekretes in Form von Körnchen (Tröpfchen), auch wenn die Menge des Sekretes ihren höchsten Grad erreicht hat, noch ein Teil des Protoplasmas samt den Körnchen nachweisbar. Die Becherzellen gehen durch den Sekretionsvorgang nicht zugrunde, vielmehr bleiben Protoplasma und Kern derselben erhalten. Am meisten dürften wohl Gegenbauer (134) und Ebner (86) miteinander übereinstimmen, die einen bleibenden Protoplasmarest (mit Kern) annehmen, von dem aus sich die Theka wieder neu füllt. Meiner Ansicht nach ist es gar nicht nötig, anzunehmen, daß sich die Theka der Becherzelle, sei es plötzlich, sei es allmählich, völlig entleert.

Paneth'sche Körnchenzellen.

Ich wende mich jetzt zur Besprechung einer dritten Zellart des Darmepithels, zu den schon mehrfach erwähnten sogenannten „Paneth'schen Körnchenzellen". Über die Benennung dieser Zellen spricht sich ihr Entdecker wie folgt aus:

„Ich bin wegen des Namens in einiger Verlegenheit; das Auftreten des Sekretes in Form von Körnchen ist gar nicht ein so ausschliessliches Merkmal dieser Zellen, um darauf eine gute Benennung zu gründen; „Fundus-zellen" ist noch weniger zu brauchen, weil die Zellen sich wahrscheinlich nicht in den Krypten aller Säuger finden, ich ausserdem nicht behaupten kann, dass sich ähnliches nicht auch ausserhalb der Krypten finden könne. So mag es bei „Körnchenzellen" bleiben, weil ja die grossen, intensiv tingierten Körnchen das erste war, was auf diese Zellen aufmerksam machte."

Nicolas (240—244) nannte sie „Cellules à grains", Schaffer (305) nach seiner damaligen Auffassung „eigentümliche Becherzellen". Die meisten heutigen Autoren haben eingedenk der Verdienste Paneth's um die Erforschung dieser Zellen den Namen Paneth'sche Körnchenzellen" oder einfach „Paneth'sche Zellen" gewählt, während die anderen einfach von „Körnchenzellen" reden, weil es immer mehr Brauch wird, Eigennamen aus der Nomenklatur auszumerzen und durch sachliche Bezeichnungen zu ersetzen. Wer die Paneth'schen Zellen zuerst gefunden, ist nicht mit Bestimmtheit zu sagen. Nach Möller (233) war G. Schwalbe (318) der erste, der an frischen Präparaten von der Ratte, der Maus und der Fledermaus im Grunde der Drüsenschläuche des Dünndarmes gelegene Körnchen beobachtet und abgebildet hat. Er sagt hierüber unter anderem:

„Stellen wir den Tubus an solchen Präparaten auf die äussersten Enden der Lieberkühn'schen Drüsen ein, so bemerkt man klare, durch eine scharfe Linie von der Umgebung abgegrenzte Blasen, mit kleinem runden zentralen Lumen. Der Raum zwischen letzterem und der Randkontur ist von einer klaren Zellmasse ausgefüllt, die weder Kerne noch Zellgrenzen erkennen lässt, dagegen häufig fein radiär gestrichelt erscheint, das erste Zeichen beginnender Trübung. Sofort in die Augen fallen aber 3—4 kleine Haufen dunkler, glänzender Körner, die dicht um das zentrale Lumen herum gruppiert sind, wodurch dann ein Bild zustande kommt, ähnlich wie es die kleinen, pankreatischen Drüsen des Darmes in frischem Zustande zeigen."

Schon in demselben Jahre, 1888, in dem Paneth (260) seine Ergebnisse über die Körnchenzellen veröffentlichte, führte Heidenhain (149) die Entdeckung der Paneth'schen Körnchenzellen als einen Beweis für die Verschiedenheit des Oberflächen- und des Darmepithels an. Er stützte sich dabei auf eigene Beobachtung dieser Zellen und sagt:

„Bei manchen Tieren (Maus, Meerschweinchen) zeigen die Zellen des Drüsengrundes eigentümliche, in Haematoxylin und Kalium bichromicum schwarz, in Säurefuchsin rot färbbare Körnchen, die neuerdings von Paneth ausführlicher beschrieben sind und in den Zottenepithelien niemals gefunden wurden.“

Drei Jahre später als Paneth (1888), also 1891, bestätigte Schaffer (305) das Vorkommen der Körnchenzellen im Dünndarme des Menschen. Und in demselben Jahre veröffentlichte Nicolas (240) eine genaue Untersuchung über die Körnchenzellen, seine „Cellules à grains.“ Schon der seinerzeit von Paneth (260) in Erwägung gezogene Name „Funduszellen“ weist auf ihren Sitz im Fundus der Lieberkühn'schen Drüsen hin, doch gibt Paneth selbst zu, daß er nicht behaupten könne, sie kämen nur im Fundus der Drüsen vor. Aber im allgemeinen ist es der tiefste Grund, das blinde Ende der schlauchförmigen Darmeigendrüsen des Dünndarmes gewisser Tierarten, wo sie ihren Sitz haben. Es gibt aber auch Körnchenzellen weiter oben im Drüsenschlauche, die öfters mit gewöhnlichen Drüsenepithelien in gleicher Weise alternieren, wie wir das von den Becherzellen kennen. Zipkin (380) macht darauf aufmerksam, und ich kann dies bestätigen und weise in dieser Hinsicht auf meine Abbildungen hin. Paneth betont, daß es zweifelhaft ist, ob diese Körnerzellen bei allen Tieren vorkommen; die Haustiere sind in dieser Richtung nur wenig untersucht.

Als ich meine Untersuchungen begann, ging ich von physiologischen Gründen bewogen mit ziemlichem Optimismus an die Untersuchung heran, da ich der Meinung war, ich müsse sie bei allen unseren Haustieren finden, bei denen Ellenberger (95—98) sie schon längst vermutete, umsomehr, als er von jeher die Drüsennatur der Glandulae intestinales propriae verteidigte, mit dem Hinweise, daß sie ein Fermente — besonders ein sacharifizierendes — enthaltendes Sekret liefern. Nichts lag näher als das Vorhandensein von Zellen mit Sekretgranulabildung zu vermuten und nach solchen Zellen in den Darmeigendrüsen des Dünndarmes zu suchen.

Die Verbreitung der „Paneth'schen Körnchenzellen“ in der Tierreihe.

Körnchenzellen im Fundus der Darmeigendrüsen sind schon von den verschiedensten Autoren bei vielen Tierarten gefunden worden. Am häufigsten war der Mensch in dieser Richtung Gegenstand der Untersuchung. Viele Forscher, die sich mit der Histiologie, sei es

der normalen, besonders aber mit der pathologischen Histiologie des menschlichen Darmes beschäftigten, haben das Vorkommen von Körnchenzellen im Drüsenfundus bestätigt.

Über Menschen jeden Alters, Feten, Säuglinge, Erwachsene wie Greise finden sich, wenn auch leider recht verstreut, reichliche Literaturangaben.

Beim Menschen (Homo sapiens) fanden Paneth'sche Zellen Bloch (38—40) (besonders im kindlichen Organismus), Schmidt (311) (besonders beim Fetus und beim normalen Menschen), Paneth (260), Nicolas (240—244), Stöhr (329), Schaffer (305), Sobotta (320), von Ebner (86), Zimmermann (379) (flaschenförmige Zellen), Thorel (344), Saltykow (293), Kobubo (177), Lubarsch und Martius (211).

Wenn uns auch nur das normale Vorkommen der Paneth'schen Zellen vom physiologischen Standpunkte aus interessiert, so möchte ich doch der Vollständigkeit halber nicht versäumen, zu bemerken, daß die letzten vier Autoren Paneth'sche Zellen bei pathologischen Prozessen fanden, ja sie eventuell dazu in nähere Beziehungen brachten.

Thorel (344) fand Paneth'sche Zellen bei normalen, katarrhalischen oder atrophischen Zuständen, fast konstant auch in allen im Darmkanal vorkommenden Geschwürsarten, besonders in den Randpartien. Saltykow (293) fand sie in einigen Drüsenschläuchen eines Drüsenzellenkarcinoms des Magens, Kobubo (177) bei Gastritis chronica in den Dünndarmschläuchen in großer Zahl und besonders in den tiefsten Abschnitten, und Lubarsch und Martius (211) bei Achylia gastrica.

Am eingehendsten bespricht aber Schmidt (311) ihr Vorkommen beim Menschen. Seine Resultate führe ich deshalb genauer an, weil er sehr viel Tatsachen bringt, die allgemeineres Interesse haben; er schreibt:

„Am Grunde aller Dünndarmdrüsen sind beim Säugling wie bei Erwachsenen Paneth'sche Zellen vorhanden; im Dickdarme des Säuglings sind sie ebenfalls vorhanden, aber nicht in so grosser Zahl und nicht so konstant in jeder Drüse. Diese letzteren jedoch bilden sich bis zum zweiten Lebensjahre völlig zurück. Die Tatsache, dass Kuhmilch vom Säugling besser ausgenützt wird als vom Erwachsenen (Rubner) ist wahrscheinlich auf diesen Umstand zurückzuführen. Gefunden habe ich die Zellen in Bestätigung der Bloch'schen Angaben, regelmässig in jeder Krypte des Jejunum und Ileum, auch im Duodenum fast in jedem Drüsengrunde, wobei die Zahl der Zellen in der einzelnen Krypte allerdings Schwankungen unterworfen ist, sie scheint gegen das Ileum zu und in diesem etwas grösser zu werden. Im Dickdarme, in dem sie bisher nur von Bloch beschrieben worden sind, habe ich sie entgegen seiner Annahme, wie die anderen Autoren nicht finden können; auch nicht mit Sicherheit bei fünf Neugeborenen (es konnte allerdings nur in einem Falle auch das Caecum untersucht werden) obwohl gleichzeitig im Dünndarme reichlich Körnchenzellen vorhanden waren. Es sind dies natürlich nur Stichproben, immerhin waren es ca. 15 Stück der verschiedensten Darmgegenden. Worauf die Gegensätze zwischen den Bloch'schen Resultaten und meinen beruhen, vermag ich nicht su sagen. Häufig dagegen fand ich Paneth'sche Zellen im Processus vermiformis von Individuen jeden Alters. Unter 60 Fällen

fand ich sie 30 mal, allerdings vielfach nur einzelne Exemplare, manchmal nur eine Zelle in einem Schnitte, zuweilen reichlicher, keineswegs aber etwa proportional dem Alter der betreffenden Individuen, sondern bis zu 50 Jahren bald weniger, bald mehr. Wenn die Processus auch meist operativ entfernt waren, so sind die Zellen doch wohl als normales Vorkommnis anzusehen, denn sie fanden sich gerade in den noch ganz normalen Partien und auch in ganz intakten Wurmfortsätzen. Unter besonderen Verhältnissen fand ich auch im Dickdarme ausnahmsweise dreimal Paneth'sche Zellen, einmal in einem etwas zottigen Polypen mit unregelmässigen Drüsenformen. Das teils mit deutlicher Saumbildung ausgestattete Epithel zeigte stellenweise Beginn von Mehrschichtung und enthielt reichlich Becher- und Paneth'sche Zellen. Diese waren nicht besonders breit und lagen hier nicht nur in dem Fundus, sondern auch höher oben in der Kryptenwand nach dem Darmlumen zu. Ferner fand ich sie in einem langgestielten, keulenförmigen Polypen der Flexura lienalis von einem 25jährigen Individuum. Das Epithel zeigte gleichfalls Ansätze zur Mehrschichtung und enthielt reichlich Becherzellen. Paneth'sche Zellen fanden sich nur in einigen Krypten gegen den Fundus zu, schliesslich fanden sie sich noch bei einem Adeno-carzinom des Colons und zwar nur im Fundus einiger Drüsen nahe dem Übergang der scheinbar noch gesunden Schleimhaut in das carzinomatöse Gewebe. Was das Auftreten der Körnerzellen beim Fetus anbelangt, so scheinen sie verhältnismässig spät sich zu differenzieren; bei einer Reihe junger Feten konnte ich sie nicht finden, jedoch waren sie bei einem solchen des siebenten Monats deutlich, wenn auch spärlich vorhanden, ebenso neben Becherzellen am Drüsengrund bei einer Frühgeburt von 42 cm Länge und bei einer solchen von 45 cm waren sie sehr gut, wenn auch nicht in jeder Drüse ausgebildet. Kernteilungsfiguren habe ich weder beim Fetus noch beim Erwachsenen in den Paneth'schen Zellen gesehen, was wohl auch ganz begreiflich ist, da eine sich teilende Zelle nicht anderweitig voll funktionieren wird. Dagegen liegen die Kernteilungsfiguren im Dünndarme regelmässig über der Zone, welche die Paneth'schen Zellen enthält, sodass von hier aus, wie nach oben so auch nach unten, ein Ersatz eintreten wird, wenn er überhaupt nötig ist.“

Ob man bei den menschenähnlichen Affen Paneth'sche Zellen gefunden, ja überhaupt gesucht hat, entzieht sich meiner Beurteilung. Gesucht und gefunden, auch ausführlich beschrieben wurden sie beim Rhesusaffen (Innus rhesus) von Rachel Zipkin (308). Bei der Fledermaus (Vespertilio) fanden sie Schaffer (305) und Nicolas (240—244).

Von den Carnivoren wurden untersucht von den Felidae die Hauskatze (Felis domestica), und von den Canidae der Haushund (Canis familiaris) von Paneth (260) und Schmidt (311) ohne Erfolg. Letzterer glaubte, daß obgleich bisher Paneth'sche Zellen nur bei Pflanzenfressern, nie aber bei reinen Fleischfressern beobachtet waren, sich vielleicht auch bei diesen in früher Entwicklung körnige Sekrete fänden, die sich aber mit dem Nahrungswechsel des jungen Tieres zurückbildeten, und untersuchte die Verhältnisse bei fünf neugeborenen Hunden, sowie bei einer ca. 2 Monate alten Katze, doch konnte er nichts derartiges finden.

Desgleichen wurde ohne Erfolg die Katze von Schneider (312) und Hock (161) untersucht.

In erster Linie stellen die Nagetiere (Rodentia, Glires) Vertreter mit Paneth'schen Zellen. Unter den Leporidae ist das Kaninchen (Lepus cuniculus), unter den Subungulaten das Meerschweinchen (Cavia cobaya) und der Hamster (Cricetus frumentarius), unter den Muridae in erster Linie die Hausmaus (Mus musculus) und die Ratte (Mus decumanus) und schließlich unter den Sciuridae das Eichhörnchen (Sciurus vulgaris) und das Murmeltier (Arctomys marmorata) mit Paneth'schen Zellen versehen befunden worden. Beim Kaninchen fanden Paneth'sche Zellen Metzner (225), Nicolas (240—244) und Möller (240), beim Meerschweinchen Paneth (260), Heidenhain (149), Möller (233) und Martin (diese Arbeit), beim Hamster Martin (l. c.), bei der Ratte Paneth (260), Schaffer (305), Nicolas (240—244), Möller (233) und Martin (l. c.), beim Eichhörnchen Nicolas (240—244) und beim Murmeltier Monti (237).

Gehen wir in der Tierreihe weiter abwärts, kommen wir zu den Artiodactylen, unter denen man von den Suidae das Schwein (Sus scrofa domestica), von den Cavicorniern das Rind (Bos taurus), das Schaf (Ovis aries) und die Ziege (Capra hircus) auf Paneth'sche Zellen untersuchte, und zwar Möller (233) das Rind mit positivem und das Schaf mit zweifelhaftem, ich nur das Schaf mit positivem, beide das Schwein mit negativem Erfolge.

Von den Perissodactylen suchte man bei den Equiden beim Pferde (Equus caballus) und beim Esel (Equus asinus) nach Paneth'schen Zellen, und zwar waren es beim Pferd von Ebner (305), Möller (233) und Martin (l. c.) beim Esel nur Martin, welche das mit positivem Resultate taten.

Schließlich sei noch Oppel (246) erwähnt, der beim Schnabeltiere (Ornithorhynchus) ebenfalls Paneth'sche Zellen fand.

Auf die Befunde von Paneth'schen Zellen oder wenigstens von Zellen, die mit diesen verwandt sein dürften, bei anderen Wirbeltieren außer den Säugetieren, kann ich hier natürlich nicht eingehen, ich will nur der Vollständigkeit halber erwähnen, daß Nicolas (240—244) und Paneth (260) bei der Schildkröte (Emys), Nicolas (240—244) bei der Eidechse (Lacerta), Paneth (260) beim Triton, Nicolas (240—244) beim Frosch (Rana esculenta) und bei der Blindschleiche (Anguis fragilis) die fraglichen Befunde machten.

Nächst der Frage des Vorkommens der Paneth'schen Zellen interessierte mich zunächst die Frage, in welcher Weise die bekannten Fixierungsmittel auf diese Zellen wirken, wie am besten die Sekretkörnchen bez. „Tröpfchen" fixiert und gefärbt werden und somit am leichtesten gefunden und Irrtümer vermieden werden können.

Um die Körnchenzellen als solche, d. h. als mit Körnchen angefüllte Zellen und nicht nur als von den übrigen Zellen des Darmepithels unterschiedliche Elemente zu erkennen, bedarf es gewisser Fixationen, die aber nicht bei allen Tierarten gleiche Resultate zu

liefern scheinen; ich erwähne nur, daß die von mir bei anderen Untersuchungen meist angewandte, weil zur Erkennung der übrigen Verhältnisse völlig ausreichende Fixationsflüssigkeit, die heißgesättigte Sublimatlösung, nur bei der Maus die Granula fixierte, während dies bei keiner anderen Tierart der Fall war.

Am besten von allen Fixationsflüssigkeiten, deren ich, wie ich in der eingangs befindlichen Untersuchungs-Technik eingehend beschrieben habe, sehr viele anwendete, fixiert die Granula die Osmiumsäure. Man wendet sie zu diesem Zweck entweder in Dampfform oder flüssig, in letzterer Form teils allein, sei es 1- oder 4prozentig an, oder vermischt mit Kalibichromat, Chromsäure u. a. m. Von den Autoren, die reine Osmiumsäure empfehlen, führe ich in erster Linie Paneth (260) an, nach dem sie *„die Tröpfchen und Zellen, in denen sie liegen, vorzüglich konserviert."* Nach ihm werden dabei die Tröpfchen mahagonibraun, nicht schwarz. Ja, Paneth geht sogar soweit, daß er sagt: *„Zur Fixierung (der Körnchenzellen) ist ausser Pikrinsäure nur noch Osmiumsäure zu gebrauchen."* Nach Metzner (225) konserviert die Osmiumsäure die Granula sehr gut, wobei sie einen lichtbraunen Ton annehmen. Auch Kölliker-Ebner (86) empfehlen reine Osmiumsäure. Diesen Urteilen kann ich mich voll und ganz anschließen. Keins der von mir angewandten Fixationsmittel (ich benützte heißgesättigte Sublimatlösung, conc. wässrige Pikrinsäure, die Flemming'sche, Harvey'sche, Orth'sche, Metzner'sche, Altmann'sche und Zenker'sche Flüssigkeit) stellte die Granula so deutlich dar und ließ sie ohne Färbung so deutlich vom Protoplasma sich abheben, wie die Osmiumsäure. Die Untersuchungen, welche ich mit 1% Osmiumsäure bei Maus, Ratte, Meerschwein und Pferd anstellte — Maus, Ratte und Meerschwein zog ich in das Bereich meiner Untersuchungen mit hinein, um gewissermaßen „Original-Paneth'sche Zellen" zu erhalten, während ich das Pferd namentlich deshalb untersuchte, weil ich bei diesem Tiere zuerst auffällige Andeutungen von besonderen Zellen im Drüsenfundus fand, die mir den Gedanken nahelegten, daß es sich hier um dieselben oder ähnliche Zellen handeln könnte — führten zu folgendem Resultat:

Die Granula färbten sich etwas dunkler als das Protoplasma, und zwar dunkelolivgrün mit einem Stich ins Braune. Besonders traten die Granula hervor, weil das Protoplasma, in dem sie lagen, sich bedeutend heller, ganz schwach oliv-braun, färbte, als die dem Propriagewebe zugewandte, granulafreie Protoplasmazone. Fig. VIII, IX und X veranschaulichen zwar nicht die Farben, wohl aber die Verschiedenheit des Protoplasmas, sowie die Granula [Fig. X], außerdem zeigen sie, wie eine eingewanderte eosinophile Wanderzelle Sekretgranula vortäuschen kann.

Diese bei den Nagetieren, in erster Linie bei der Maus, gewonnenen Resultate sind mit den beim Pferde gemachten nicht völlig zu identificieren. Vor allem waren die Zellen, in denen die Granula liegen, nicht so zahlreich, auch enthielten die meisten Körnchenzellen nur ein Netzwerk, seltener noch die in das Netzwerk hineingehörigen

Granula. Waren aber Granula vorhanden, dann unterschieden sie sich kaum von denen der Nagetiere, so daß man sie als echte Paneth'sche Zellen ansprechen muß.

Setzt man der Osmiumsäure Chromsäure zu mit einer Beimischung von Eisessig, so entsteht die sogenannte Flemming'sche Lösung von der Zusammensetzung: 1% Chromsäure 15 g, 2% Osmiumsäure 4 g, Eisessig 1 g. Über die Resultate, die mit diesem Gemisch in der Darstellung von Sekretkörnchen gewonnen wurden, ist zu berichten, daß nur Nicolas (240—244) damit gute Resultate erzielte. Er vergleicht seine Abbildungen mit denen von Paneth (260) und Heidenhain (149) und sagt:

„Cependant la comparaison des figures qu'ils ont l'un et l'autre produites dans leurs mémoires et des images que j'ai eues sons les yeux après fixation par le liquide de Flemming ou le mélange nitro — osmique, me permet de penser que ces derniers réactifs sont de beaucoup supérieures à l'acide picrique, du moins pour l'étude de la question que je vais examiner."

Metzner (225) sagt von der Flemming'schen Lösung, daß sie die Körnchen der Paneth'schen Zellen nicht fixiert. Auch Paneth (260) selbst ist derselben Meinung; er sagt:

„Flemming'sche Lösung zerstört die Zellen, so dass man sich im Fundus der Krypten garnicht auskennt, es bleibt eventuell ein Netzwerk in den Zellen oder dieselben sind an tingierten Präparaten diffus gefärbt. Niemals aber zeigen diese Zellen nach Fixierung in Flemming'scher Lösung und Färbung mit Safranin jene violetten Pfröpfe wie die Becherzellen in den Krypten. Nur wenn man der Flemming'schen Lösung viel Osmiumsäure zusetzt, bleiben die Körnchen erhalten."

Mit Flemming'scher Lösung fixierte ich Darmteile von Maus, Ratte und Meerschwein, ferner von mehreren Pferden, Ziegen und je einem Hunde und einer Katze. Sie fixierte bei den Nagetieren, insonderheit bei Maus und Meerschwein, die Granula ausgezeichnet. Von der „Zerstörung der Zellen im Drüsenfundus, sodaß man sich dort gar nicht auskennt", habe ich nie etwas bemerken können. Bei der Ratte machten allerdings die Körnchen den Eindruck, als seien sie etwas gequollen, auch wurden sie mit Safranin oder Lichtgrün kaum gefärbt.

Weitere osmiumhaltige Fixationsflüssigkeiten, mit denen ich die Sekretgranula der Körnchenzellen zu fixieren strebte, war die Gemische von Osmiumsäure und Kaliumbichromat nach Altmann und Metzner. Das Altmann'sche besteht aus 5% Kalium bichromat und 2% Osmiumsäure, und das Metzner'sche aus conc. wässriges Kalium bichromat 1 p und 5% Osmiumsäure gelöst in 2% Salzlösung 3 p. Was diese beiden Flüssigkeiten anbelangt, so stehen sie gewissermaßen in einem alternativen Verhältnisse zu einander, soweit es sich in der Darstellung von Eiweiß- bez. Schleimkörnchen handelt. Metzner's eigene Angaben darüber sind nicht ganz bestimmt, doch möchte ich an dieser Stelle noch einmal auf die schon bei den Becherzellen angeführten neuesten Beobachtungen von Mönnig (392) hinweisen, der pag. 52 seiner Untersuchungen sagt:

„ . . . und habe gefunden, dass man bei der Metzner'schen Methode die Schleimgranula und nach der Altmann'schen Methode die Eiweissgranula sehr gut und deutlich wahrnehmen kann.“

Fig. XII veranschaulicht, wie prächtig die in den Paneth'schen Zellen befindlichen Granula durch die Altmann'sche Methode fixiert und als Eiweißgranula erkannt werden.

Weiter ist es die Zenker'sche Flüssigkeit, die die Granula sehr schön, allerdings anders als die bisher besprochenen Methoden darstellt. Man sehe sich Fig. XI an, um die Art und Weise des Einflusses der Fixation zu sehen. Kleinste, feinste Körnchen liegen in Unmenge in den Zellen und fließen in das Lumen, als ob sie dahin ausgeschüttet würden. Während hier alle Körnchen fast von gleichem Durchmesser sind, ist mit der Altmann'schen Methode eine viel feinere Differenzierung der einzelnen Sekretionsstadien zu erreichen. Kölliker-Ebner (86) erwähnen, daß die Zellen, die beim Pferde der Lage nach Paneth'schen entsprechen, wenigstens an in Zenker's Flüssigkeit fixierten Präparaten Becherzellen sehr ähnlich sind. Demgegenüber muß ich allerdings betonen, daß gerade die Bilder, die ich beim Pferde mit der Zenker'schen Flüssigkeit erzielte (cfr. Fig. XI.) Becherzellen am wenigsten ähnlich sind.

Ich wende mich nun zu einer die Granula mit am besten fixierenden Flüssigkeit, zur conc. wässrigen Pikrinsäure, die eigentlich nur von Paneth (260) zur Darstellung der Granula dringend empfohlen wird. Allerdings hat diese Flüssigkeit den einen Nachteil, daß sie die nach den bisher besprochenen Fixationsmitteln doch offenbar eiweißartigen Granula fast genau so fixiert wie die Mucingranula der Becherzellen. Abb. XIII veranschaulicht das Verhalten deutlich. Man sieht bei d prächtige Mucingranula und bei e fast ebenso gut fixierte Paneth'sche Körnchen. Letztere sind nur etwas größer und nicht so gleichmäßig in der Größe, auch nicht so schön tingierbar wie die Mucingranula. Ehe ich dieses Präparat sah, war ich im Begriffe, den durch Fig. XIV festgelegten Befund beim Schaf insofern falsch zu deuten, als ich auf der Suche nach Körnchenzellen endlich beim Schaf Zellen und Körnchen, die zwar nicht nur im Drüsenfundus, sondern auch ziemlich weit oben in der Drüse saßen, fand und fast für Paneth'sche Zellen gehalten hätte, wenn mich nicht das der Fig. XIII zugrunde gelegte Präparat von der Maus eines besseren belehrt hätte.

Auch die Orth'sche Flüssigkeit (Müller-Formol) fixiert, wie auch Schmidt (311) bestätigt, die Granula der Paneth'schen Zellen sehr gut, wie meine Abb. VII an einem Präparate vom Hamster zeigt. Wie sich an diesem Präparat erkennen läßt, färben sich sogar auch gewisse Körnchen der sonst Eiweißreaktion (cf. Altmann'sche Methode) zeigenden Paneth'schen Granula mit Schleimfarben, im vorliegenden Fall mit Mucikarmin.

Überhaupt führte diese oft sehr auffällige Färbung der Paneth'schen Zellen durch die Schleimfarben auch bei der Sublimatfixation, bei der ich bei Pferd und Esel keine Granula darstellen konnte, erst dazu, daß ich merkte, um mich populär auszudrücken, daß bei

diesen Tieren da unten im Grunde der Darmeigendrüsen etwas „los sein“ müsse. Abb. VI zeigt solch ein in heisser conc. Sublimatlösung fixiertes Präparat vom Esel, wo im Fundus der Drüsen, dem ersten flüchtigen Blick nach zu urteilen, sich nur Becherzellen zu finden scheinen. Erst eine genauere Besichtigung zeigt, daß diese Zellen, die eine wahre Zone darstellen, keine Becherzellen sind, sondern Paneth'sche Zellen, deren Granula durch die Fixation zerstört worden sind. Also bei diesen Tieren war eine Erhaltung der Granula durch Sublimatfixation nicht zu erzielen.

Eines Befundes muß ich allerdings bei der Besprechung des Einflusses der Sublimatlösung auf die Granula gedenken, der Zweifel darüber erwecken kann, ob die von mir bei Pferd und Esel beobachten Zellen identisch sind mit den „Original“-Paneth'schen Zellen der Nagetiere. Denn bei der Maus z. B. fixierte ich die Granula im Fundus der Dünndarmeigendrüsen mit derselben Sublimatlösung trefflich, mit der ich bei den Equiden keinen Erfolg hatte. Nach meiner Ansicht kann diese Beobachtung aber nicht gegen die Auffassung sprechen, daß sich im Drüsengrunde der Darmeigendrüsen der Einhufer Zellen mit Eiweiß-Sekretgranula finden, die denen der Paneth'schen Zellen physiologisch gleichzustellen sind. Auch bezüglich der Erhaltung der Paneth'schen Granula beim Menschen weichen die Literaturangaben in dieser Richtung von einander ab. Schmidt (311) schreibt, daß er bei Sublimatfixation in sieben Fällen keine oder schlechte Resultate erzielte, während Nicolas (240—244) behauptet: „*Sublime en solution aqueuse sutu'ée m'a fourni des images instructives.*“ Bei Beurteilung dieser Widersprüche darf man nicht vergessen, daß auch die Funktionsstadien, in denen sich die Zellen (bez. Drüsen) befinden, von Einfluß auf die Beschaffenheit der Granula und ihre Tingirbarkeit sein müssen.

Von anderen Flüssigkeiten, die ich allerdings nicht anwendete, z. T. weil mir von ihnen von vornherein bekannt war, daß sie die Granula nicht fixierten, teils weil ich ähnlich zusammengesetzte Flüssigkeiten schon benützt hatte, sei reines Formol nicht vergessen, das nach Bloch (38—40) gute Resultate gab, nach Schmidt (311) allerdings nur gelegentlich die Granula sehr gut fixierte, so daß letzterer eher für Müller-Formol (Orth'sche Flüssigkeit) ist, deren Erfolg ich schon erwähnt habe. Stöhr (329) empfiehlt auch Formol, aber mit Kaliumbichromat vermischt und darauffolgende Behandlung in Müller'scher Flüssigkeit.

Reiner Alkohol erhielt nach Schmidt (311) in 5 Fällen die Körner gelegentlich, meist zeigte sich aber ein Maschenwerk in der Zelle, weil die Körnchen aufgelöst waren. Dasselbe Resultat erzielte Paneth (260), er schreibt darüber: „*Alkohol lässt in den Körnchenzellen keine Körnchen, sondern ein grobmaschiges Netzwerk zurück, welches den Eindruck macht, als wären die Körnchen gelöst und das zwischen ihnen liegende gehärtet.*“

Metzner-(Nagel) (225) und Kölliker-Ebner (86) erzielten ebenfalls zwecks Darstellung der Granula mittels Alkohol negative

Resultate. Diese mit Alkohol gemachten Erfahrungen nehmen eigentlich Wunder, wenn man bei Kölliker-Ebner (86) liest, daß die Körnchen in Wasser erhalten bleiben und bei Paneth (260), daß sie gegen Wasser sehr restistent sind. Auch in Kalilauge bleiben die Körnchen ebenfalls nach Kölliker-Ebner (86) und Paneth (260) erhalten (nicht in verdünnten Mineralsäuren). Nach letzterem sind sie sogar gegen Kalilauge sehr resistent, schrumpfen zwar etwas, werden aber stärker lichtbrechend.

Aus den geschilderten Einflüssen, die die verschiedenen chemischen Reagenzien auf die Granula der Zellen üben, lassen sich schon gewisse Schlüsse auf ihre chemische Natur ziehen. Dies gilt in noch bedeutend höherem Maße von dem Verhalten der Körnchen den verschiedensten Farbstoffen gegenüber. Paneth (260) spricht sich darüber wie folgt aus:

„Nach Fixierung in Pikrinsäure nehmen sie alle Farbstoffe an und halten sie hartnäckig fest: Haematoxylin nach Heidenhain und Böhmer, Safranin, Methylenblau, Eosin, Jodgrün, alle Anilnfarben, die ich überhaupt versucht habe. Sie halten dieselben bei der Entfärbung mit Alkohol länger fest als die Kerne. Dabei färben sich diese Körnchen ohne allen Farbenwechsel und unterscheiden sich hierdurch von den Körnchen in den Becherzellen, die ausserdem viel kleiner sind. Sie färben sich mit Jodgrün türkisenblau, die der Becherzellen olivengrün, mit Safranin intensiv krapprot, während die Becherzellen entweder homogen oder kaum gefärbt sind oder mit rotgelben Körnchen erfüllt sind. Nur jene Becherzellen, in denen kleine karminrote Körnchen ohne gelben Schleim sind, haben eine entfernte Ähnlichkeit mit Körnchenzellen. Haematoxylin färbt den Inhalt der Theka der Becherzellen nach Pikrinsäurehärtung bekanntlich nicht, während die Körnchen in den Lieberkühn'schen Krypten sich dann intensiv tingieren.“

Letzterer Bemerkung muß ich entschieden widersprechen. Besonders bei der Maus färbten sich gerade bei der Fixation mit Pikrinsäure die Körnchen der Becherzellen so intensiv mit Haematoxylin, daß ich bei diesem Tiere überhaupt erst geneigt war, auch höher in der Drüse, ja schon an der Zottenbasis sitzende Zellen mit intensiv blau gefärbten, drehrunden Körnchen für Paneth'sche Körnchenzellen zu halten, ja sogar dem Schweine in Unkenntnis der richtigen Verhältnisse und irregeführt durch die Bemerkung Paneths Paneth'sche Zellen anzudichten. (cf. Abb. XIII.)

Überhaupt ist mir diese Färbung der Paneth'schen Granula mit Delafield'schem Haematoxylin und anderen Schleimfarben ein Rätsel. Sollten wir nicht doch zu sehr verallgemeinern, wenn wir sagen: was sich mit Schleimfarben färbt, ist Schleim oder wenigstens eine Vorstufe davon. Ich habe mich darüber schon an anderer Stelle ausführlich ausgesprochen, aber wie verträgt es sich, daß sich Granula mit gewissen sogenannten Mucinfarben und mit Kernfarbstoffen tingieren, welche deutlich Eiweißreaktion gegenüber Essigsäure und anderen Säuren und Alkalien, sowie Farbstoffen gegenüber zeigen. So sah ich z. B., daß sich Granula, die sich intensiv rot auf gelbem Untergrunde nach Altmann'scher Fixation und Färbung, mit Eosin

und anderen sauren Farben sich färben, mit denen sich das Eiweißprotoplasma der zylindrischen Saumzellen färbt, auch nach gewissen Fixationen mit Kernfarbstoffen, vor allem aber mit Schleimfarben tingierten. Ja, ich konnte sogar beobachten, daß diese amphotere Reaktion dieser Körnchen sogar in einer Zelle auftritt [vergl. Abb. VII vom Drüsenfundus eines Hamsters].

Zur Färbbarkeit der Granula mittels einzelner Farben läßt sich nach meinen Erfahrungen und Studien im Speziellen folgendes sagen:

1. Kernfarbstoffe färben oft die Granula prächtig, ja so intensiv, daß an gut differenzierten Präparaten die Kerne oft gar nicht mehr zu sehen oder so schwach gefärbt sind, daß sie von den noch intensiver gefärbten Körnchen ganz verdeckt sind. Sie binden also gewisse Kernfarbstoffe, wie Paneth schon erwähnt, fester als die Kerne. An solchen Kernfarbstoffen, die im allgemeinen, ohne von der Fixierung abhängig zu sein, die Granula färben, nenne ich die verschiedenen Haematoxyline [ich färbte mit Friedländer's, Delafield'schen und Weigert'schen Haematoxylin], dann verschiedene Schleimfarben, die zugleich Kernfarben sind, wie Methylgrün, Methylenblau, Safranin, Fuchsin und andere mehr.

Bei diesen Färbungen der Granula mit den verschiedenen Kernfarbstoffen tritt selten Metachromasie ein, oder wenn sie eintritt, erscheint sie in einem anderen Farbtone als bei den Becherzellen. So beobachtete ich bei Safranin (wie auch Paneth [260]), daß die Körnchen der Paneth'schen Zellen krapprot, die Theka der Becherzellen aber homogen oder kaum gefärbt oder mit gelben Körnchen erscheinen. Ähnliches beobachtete ich bei der Färbung mit Fuchsin, mit dem ich allein drei verschiedene Färbungen erzielte. Die Kerne färbten sich schön leuchtend rot (fuchsinrot oder, wie im Volke gesagt wird, „rotfuchsig"), der Schleim in den Becherzellen violett, der Inhalt aber der Paneth'schen Zellen, gleichviel ob in Form von Körnchen oder zerflossen, orange-gelb.

2. Saure Farben. Die Resultate meiner Untersuchungen mit sauren Farben sind weniger zahlreich, da ich es stets vorzog, die Präparate erst der Kernfärbung zu unterwerfen, ehe ich die saure Protoplasmafarbe anwendete. Doch genügten einige Präparate, die ich nur mit sauren Protoplasmafarben färbte, um zu erkennen, daß die Körnungen der Paneth'schen Zellen, sei es nun der Nagetiere oder der Equiden, auch acidophile Eigenschaften besitzen. So färben sich die Körnchen z. B. intensiv leuchtend rot mit Eosin, wie auch schon von Zimmermann (379) erwähnt wurde, wenn sie zwar auch den Farbstoff nicht so fest halten, wie die Granula der eosinophilen Leukocyten. Auch nach Oppel (267) färbten sich die Körner der Paneth'schen Zellen des Monotremendarmes intensiv mit Eosin. Ein ausgezeichnetes Färbemittel für diese Granulationen ist auch, wie Bloch (38 -40) und Schmidt (311) lehren, das Ehrlich-Biondi-Heidenhain'sche Dreifarbengemisch. Prächtige Resultate erhält man auch mit der van Gieson'schen Färbung (Säurefuchsin-Pikrinsäure). Ich erwähne hier nochmals die schönen Resultate, die ich nach Altmann'scher

Fixation mit der Altmann'schen Färbung (Säurefuchsin-Pikrinsäure) erzielte, wo die Paneth'schen Zellen schon bei schwacher Vergrößerung als rötliche Keile zwischen den braun-gelb gefärbten, nicht granulierten Drüsenepithelien saßen. Genau dieselbe Beobachtung machte in bezug auf diese Färbung Schmidt (311), der auf Empfehlung von Thorel (344) mit van Gieson färbte und ebenfalls rötliche Keile zwischen den Epithelien sah. Mit Säurefuchsin allein färbte Heidenhain (149) die Körnchen rot.

3. Schleimfarben. Wie ich schon bei der Besprechung der Färbbarkeit der Paneth'schen Granula durch Kernfarbstoffe betonte, färben sie sich auch durch Farbstoffe, welche zugleich die Kerne und Schleim färben, meist sogar metachromatisch und zwar in anderem Farbton als den Schleim. Im Kern haben wir besonders Nukleoalbuminate, während das Mucin ein Glykoproteïd ist und die Granula sicherlich wieder aus anderen Eiweißkörpern bestehen. Stehen diese nun den Nucleoalbuminaten oder den Glykoproteïden näher? Letzteres scheint der Fall zu sein, denn die Granula färben sich nur mit einigen Schleimfarben, die den Kern nicht färben.

Hier ist in erster Linie das Mucikarmin zu nennen, mit dem ich treffliche Resultate in bezug auf die Granulafärbung erzielte. Paneth bemerkt in bezug auf die aus der Tingierbarkeit der Granula zu ziehenden Schlüsse über deren Natur folgendes:

„Die angeführten Farb-Reaktionen gestatten keinen Schluss auf die chemische Natur der Körnchen, um so weniger, als wir ja keinen Grund haben, anzunehmen, dass dieselben nur aus einem Stoff bestehen und möglicherweise die Lösung eines Komponenten zur Zerstörung der Körnchen hinreicht; um so weniger, als auch die Konsistenz eines Körnchens durch irgendein Reagens bei den Verhältnissen und Dimensionen, in denen wir uns bewegen, den Schluss nicht gestattet, dass es dann unlöslich ist — wie sofort einleuchtet, wenn man bedenkt, dass man das Fett aus der Milch nicht einfach mit Äther ausschütteln kann, sondern erst nach Zusatz von Kalilauge; dagegen sind einige negative Aussagen möglich. Die Körnchen können nicht aus Fett bestehen, können auch nicht Fett in grossen Mengen enthalten, wegen des Verhaltens gegen Osmiumsäure, wegen ihres Vermögens, Farbstoffe anzuziehen und festzuhalten, und wegen ihrer leichten Zerstörbarkeit durch Säuren. Überdies finden sich die Körnchenzellen an Mäusen, die 48 Stunden und darüber gehungert haben und deren Darmkanal ganz leer ist, sehr reichlich.“

Auch mir, der ich heute 20 Jahre nach Paneth (260) die Paneth'schen Körnchen untersuchte, und gerade durch so verschiedene Färbungen und Fixation ihre Natur näher zu ergründen hoffte, habe vergeblich in dieser Beziehung geforscht und nur die positiven Tatsachen erwähnen können, ohne von diesen auf die Natur der Granula genaue Schlüsse ziehen zu können. Wir wissen, daß die Zellen der Darmeigendrüsen außer Zellen (die Drüsen sind cellulipar) und Mucin auch Enzyme, vor allem ein amylolytisches Enzym, ferner Enterokinase und das Erepsin produzieren und daß sie wohl auch ein Prosekretin enthalten. Daraus folgt, daß die Zellen außer Mucingranula noch andere Granula enthalten müssen, oder daß sie Granula führen müssen, die

sich aus verschiedenen Substanzen zusammensetzen oder verschiedene Substanzen produzieren.

Nach diesen gewissermaßen einleitenden Bemerkungen über die von früheren Autoren und mir angestellten Untersuchungen über die Natur der Granula in Drüsengrundzellen komme ich jetzt auf die

Morphologie der Paneth'schen Zellen

überhaupt zu sprechen. Wie wir sehen werden, ist es durchaus nicht immer der Fall, daß die Paneth'schen Körnchenzellen, die ihnen so charakteristischen, ja den Namen gebenden Körnchen enthalten. Gar oft sehen wir Bilder, wie ich sie schon bei den Becherzellen besprochen habe, die wir als Sekretionsstadien oder wenn wir wollen nur als Einfluß der Fixationsflüssigkeit auffassen können.

Sehen wir uns einmal typische Paneth'sche Zellen in überlebendem, nicht fixierten und nicht gefärbtem Zustande an. Dazu lassen wir am besten Paneth (260) selbst sprechen; er schreibt darüber:

„Von ihrem Aussehen in überlebendem Zustande mag Fig. 21a auf Tafel X eine Vorstellung geben.

Man wird schwerlich in der oben angegebenen Weise ein Abstreifpräparat von Mäusedarm anfertigen, ohne auf solche Bilder in grösserer Menge zu stossen, nur muss man die Schleimhaut gründlich bis auf die Muscularis abstreifen. Schon an dem Abstreifpräparate wird es klar, dass diese mit Körnchen (oder Tröpfchen, über ihre Konsistenz weiss ich nichts) erfüllten Zellen im Fundus der Krypten liegen. Die Tröpfchen sind mässig lichtbrechend, nicht so stark als Fett, von verschiedener Grösse, meistens viel grösser als die Tröpfchen der Becherzellen der Maus und selbst des Tritons, und liegen in Räumen beisammen, welche die Umrisse von Zellen aus den Krypten haben, oder auch hie und da frei im Lumen der Krypten. In den Krypten sind manchmal mehrere, manchmal nur ein bis zwei Zellen von diesen Tröpfchen erfüllt, oder es liegen, wie es scheint, nur wenig Tröpfchen in einer Zelle.“

Nach Kölliker-Ebner (86) liegen die am frischen Objekte zahlreichen, glänzenden Körnchen vorzüglich im äußeren Teile der Zelle.

Schon der Umstand, daß manchmal nur wenige Tröpfchen in einer Zelle, bez., daß manchmal nur wenige Zellen im Fundus mit Körnchen angefüllt sind, läßt uns vermuten, daß es nicht zum Charakteristikum, wenigstens nicht zur absoluten Notwendigkeit gehört, daß die Paneth'schen Körnchenzellen mit Körnchen angefüllt sein müssen. Da die Untersuchungen aber am ungefärbten, nicht fixierten Präparate keinen deutlichen Aufschlus geben, ob vielleicht neben den mit Körnchen gefüllten Zellen noch andere Zellen liegen, muß man hierauf, wie ich dies getan habe, auch fixiertes Material untersuchen.

Über die Gestalt der Paneth'schen Zellen ist zu sagen, daß sie sich, da die Zellen in der Regel tief unten im Fundus der Darmeigendrüsen des Dünndarmes liegen, aus der Lage der Zellen ergibt und erklärt, und daß die wirklich unten an der Rundung liegenden Zellen mehr eine pyramidenförmige Gestalt haben, mit einer nach der Muscularis

mucosae zu liegenden convex gewölbten Basis. Diese Zellen sind auch oft erheblich breiter als hoch, besonders wenn sie sekretgefüllt sind. Dann sind sie, wie schon an anderer Stelle erwähnt, die größten Epithelzellen des ganzen Darmes. Als Unterschied von den Becherzellen, die ja besonders im Dickdarme, eventuell auch den Drüsenfundus auskleiden können, dann aber nicht Becherzelle an Becherzelle liegen, sondern meist mit Zylinderzellen alternieren, möchte ich erwähnen, daß letztere sich auf Kosten der Zylinderzellen oft stark ausbauchen, während dies bei den Paneth'schen Zellen nie zu beobachten ist. Sie behalten auch bei stärkster Sekretfüllung die gleiche Gestalt, werden nur größer. Schaffer (305) beschreibt die Gestalt der Paneth'schen Zellen folgendermaßen:

„*Der peripherische, der Membrana propria aufsitzende Teil ist stark bauchig ausgedehnt, während sie sich gegen das Lumen zu verschmälern. Legen sich nun mehrere solcher kegelförmiger Zellen aneinander, dann muss eine kolbige Verdickung des Fundus entstehen.*“

Eine Beobachtung, die ich nirgends bestätigt finde, und die ich auch nicht bestätigen kann, macht Nicolas (240). Er unterscheidet nämlich drei Arten von im Grunde der Darmeigendrüsen gelegenen Zellen, die aber offenbar nur verschiedene Funktionsstadien von Paneth'schen Zellen sind. Er beobachtete und beschrieb:

1. Zellen, welche mehr oder weniger mit Körnchen gefüllt sind, die in den Maschen des Protoplasmas eingeschlossen liegen. Diese Körnchen zeigen sich nach der Fixierung in Flemming'scher Flüssigkeit und Färbung mit Safranin homogen und gleichmässig grau beim Meerschwein, bei der Ratte und der Fledermaus. Bei der Maus und dem Eichhörnchen bestehen sie dagegen aus zwei Substanzen, aus einer grauen Hauptmasse, auf welcher ein halbmondförmiger, rotgefärbter Körper sitzt. Nur die allerkleinsten sind gleichmässig rot gefärbt.

2. Zellen ohne Körnchen, von denen einige ein klares, wenig dichtes, andere ein mehr kompaktes Protoplasma haben, und

3. sehr schmale, intensiv gefärbte Zellen.“

Das Protoplasma der Paneth'schen Zellen unterscheidet sich, soweit es überhaupt erkennbar ist, nämlich dort, wo es zwischen den Körnchen sichtbar wird, kaum von dem der Zylinderdrüsenepithelien. Nach R. Zipkin (308) erscheint es beim Rhesusaffen etwas dunkler gefärbt als dasjenige aller übrigen Zellen (graulila bei Ehrlich-Biondi-Heidenhain'scher Färbung). Auch geht das Protoplasma des mit Körnchen angefüllten Teiles bei mit Körnchen halbangefüllten Zellen ohne besondere Grenze in das von Körnchen nicht angefüllte Protoplasma über und ist von diesem nicht unterschiedlich. Nur bei mit 1 % wässeriger Osmiumsäurelösung fixierten Präparaten machte ich die Beobachtung, daß das körnchenfreie Protoplasma sich gewissermaßen von dem mit Körnchen erfüllten zurückgezogen hatte, sodaß es den Eindruck macht, als lägen die Körnchen in von dem Protoplasma abgeschiedenen Vakuolen. (Siehe Abb. VIII.) Auch bei Fixation mit Pikrinsäure treten solche Bilder zutage, wenn auch nicht

in so charakteristischer Weise wie bei Fixation mit Osmiumsäure. (Siehe Abb. XIII). Ich bin geneigt, diese Bilder als Kunstprodukte zu erklären, im Gegensatz zu R. Zipkin (380), die überhaupt von einer schaumigen Struktur des Protoplasmas spricht, wenn sie auch einen gewissen Einfluß der Fixation auf die Entstehung dieser Bilder nicht leugnet; sie schreibt über das Protoplasma:

„Im allgemeinen besitzt es schaumige Struktur, d. h. es ist von zahlreichen Vakuolen durchsetzt. Die letzteren erscheinen bei allen Färbungen farblos. Es macht eben den Eindruck, als ob sie eine Substanz enthalten hätten, die durch die Behandlung ausgewaschen wurde. Das geht daraus hervor, dass in einigen wenigen Zellen, welche an der Oberfläche des fixierten Stückes lagen, wo also das Sublimat am intensivsten eingewirkt hatte, sowohl bei Eisenhaematoxylinpräparaten, wie bei Dreifarbgemisch, im Zentrum der farblosen Vakuolen je ein verschieden grosses und verschieden gefärbtes Körnchen (Sekret) nachzuweisen war. In dem Mittelpunkte, sowie an der Basis der Zelle, hauptsächlich in der Umgebung des Kernes, welcher häufig ganz an den Rand der Basis gerückt ist, ist das Protoplasma vakuolenärmer, zuweilen vollständig von Vakuolen frei, so dass es hier viel dunkler gefärbt erscheint, als an anderen Stellen des Zelleibes. Zuweilen finden sich Paneth'sche Zellen, die vakuolenärmer sind und infolgedessen in toto dunkler erscheinen. In diesem Falle liegen die Vakuolen näher dem Lumen, es macht den Eindruck, als ob man es hier mit verschiedenen Funktionsstadien zu tun hätte.“

Solche Scheidung des Protoplasmas habe ich sonst nicht beobachtet. Da liegen, wie auch Paneth (260) beschreibt, die Körnchen zunächst in unverändertem Protoplasma, dieses wird dann immer ungeeigneter, Farbstoff aufzunehmen, auch bleibt nicht wie bei den Becherzellen ein Teil des Protoplasmas gegen die Mucosa zu erhalten. Besonders letztere Beobachtung kann ich voll und ganz bestätigen. Mag eine Becherzelle noch so gefüllt sein, gegen die Mucosa hin unterm Kern liegt stets ein Stückchen unverändertes Protoplasma. Anders bei den Paneth'schen Zellen. Es gibt viele, bei denen noch mindestens die Hälfte, aber stets die basale, dem Drüsenlumen abgekehrte, unverändertes Protoplasma enthält, kaum von dem der benachbarten Zylinderzellen verschieden. Füllt sich aber die Zelle immer stärker mit Sekretkörnchen, dann wird nicht der Kern ganz an die Zellbasis gedrückt, sondern auch das zwischen Zellbasis und Zellkern liegende Protoplasma erfüllt sich mit Sekretkörnchen. Diese Beobachtung läßt den Schluß zu, daß sich die nur zur Hälfte mit Körnchen gefüllten Zellen in einem früheren Sekretionszustande befinden, als ganz damit angefüllte.

Unter den Autoren, welche das Protoplasma der Paneth'schen Zellen beschreiben, können wir, was ihre Beschreibung des Protoplasmas, nicht etwa die Deutung ihres Befundes anbetrifft, drei Klassen erkennen:

1. solche, die ein Protoplasma mit eingestreuten Körnchen fanden,
2. solche, welche eine netzartige bez. vakuolenartige Struktur des Protaplasmas beschreiben und
3. solche, welche sowohl ein Netzwerk als Körnchen sahen und beschrieben.

Ich halte meine Kenntnis von den Sekretionsvorgängen noch für viel zu gering, um z. B. sagen zu können, daß nur diese Körnchen das Sekret bez. die Lieferanten der spezifischen Bestandteile des Sekretes sind, während das Netz- und Maschenwerk der Vakuolen als Kunstprodukt bez. als Folgen der Fixation anzusehen sind. Es ist z. B. möglich, daß, wie es auch beschrieben wird, die Körnchen sich nur im Anfange ihres Entstehens färben, dann beim Größerwerden ihre Färbbarkeit einbüßen, so daß wir schließlich eine Zelle vor uns haben, die angefüllt ist mit hellen, ungefärbten Körnern, zwischen denen ein intensiv gefärbtes Netzwerk von Protoplasma liegt. Ebenso können jene von mir eben als „helle, ungefärbte Körner" beschriebenen Gebilde einfach Vakuolen sein, in denen Körner gelegen haben, die aber entweder intra vitam schon sich auflösten (Höhepunkt der Sekretion) oder erst durch die Fixation zerstört wurden. Mir erscheint es näherliegend und wahrscheinlicher, daß als Höhepunkt der Sektretion jenes Ausfließen der Granula in das Lumen der Drüse anzusehen ist, wie wir es in Abb. XI sehen. Andererseits aber kann es sehr wohl sein, daß diese feinen Körnchen ein intra vitam flüssiges Sekret sind, die durch die Fixation als körniger Niederschlag entstanden sind.

Ehe ich meine weiteren Befunde und die anderen Ergebnisse meiner literarischen Studien mitteilte, möchte ich nochmals betonen, daß ich die Untersuchungen auf Paneth'sche Zellen bei allen eingangs erwähnten Haussäugetieren, sowie bei Maus, Ratte, Meerschwein und Hamster vornahm, daß aber meine Untersuchungen im Gegensatz zu Möller (225) nur bei Pferd, Esel und Schaf von positivem Erfolg begleitet waren. Nur auf diese Tiere beziehen sich meine Angaben über die Ergebnisse meiner Untersuchungen über die Morphologie der Paneth'schen Zellen und nur nebenbei erwähne ich gewisse bei den erwähnten Nagetieren gemachte Befunde.

Nehmen wir an, wir betrachten die Körnchen als wirkliches Sekret. Was wissen wir über diese Körnchen? Viel steht darüber nicht in der Literatur verzeichnet. Das Wenige, was ich darüber fand, sei hier angeführt. Möller (233) schreibt darüber:

„Die Vorstadien des Sekretes treten in Form von Körnchen auf, die erst klein und färbbar, allmählich an Grösse zunehmen und ihre Färbbarkeit verlieren und schliesslich als völlig reife Sekrettröpfchen in die Lumina der Drüsen ausgestossen werden. Die Sekretbildung zeigt also hier dasselbe morphologische Bild wie in den Speicheldrüsen und im Pankreas."

Zimmermann (379) spricht sich folgendermaßen aus:

„In den weiten Maschen gewisser Funktionsstadien sitzen grobe, schwarzblau gefärbte Körner, in anderen Zellen sind solche nicht gefärbt, dagegen sieht man an der Oberfläche eine körnige Masse über das Niveau der Kittleisten vorragen, so dass man den Eindruck gewinnt, als ob Sekret auszutreten im Begriffe sei, zumal im Kryptenlumen die gleiche, dunkle, körnige Masse zu finden ist, welche mit Schleim sicher nichts zu tun hat."

Auch Zimmermann (379) hatte den Eindruck, daß es sich hier um Zellen handelt, die denjenigen seröser Drüsen gleichen. Nach Metzner (225) fällt beim Kaninchen die Größe der Granula auf, wo sie die ganze Zelle zu erfüllen scheinen bis auf einen basalen mehr homogenen oder fein granulierten Saum. Dieselbe mehr lumenseitige Lagerung beobachtete auch Oppel (246) bei den mit Eosin stark gefärbten Paneth'schen Granula des Monotremendarmes. Auch bei diesem Tiere entsteht dadurch eine gekörnte, mit großer Deutlichkeit hervortretende Innenzone. Nach Paneth (260) sollen die Körnchen in den Körnchenzellen des Menschen sich von denen der Maus nur durch ihr geringes Vermögen, Farbstoff festzuhalten, unterscheiden. Auch Schmidt (311) fand, daß die Zellgranula nicht alle gleichwertig sind, indem sie in ihrer Größe und ihrem tinktionellen Verhalten sich verschieden zeigen, wobei Größe und Farbenintensität nicht immer parallel gehen; man findet gelegentlich recht große Körner, die sich wenig färben und andererseits Zellen, die sich von ganz feinen Granulis fast diffus rot färben. Es sind also jedenfalls verschiedene Funktionsstadien der Zellen, Reifestadien der Granula anzunehmen.

Wie aus vorstehendem ersichtlich ist, schwankt die Größe der Körner innerhalb der Tierart, ja innerhalb der einzelnen Zellen oft dermaßen, daß sich genaue, zahlenmäßige Angaben darüber gar nicht machen lassen. Es gibt ja Zellen oft weiter Drüsenstrecken sogar, die das gleiche Sekretionsstadium erkennen lassen, indem sie gleich große, gleich stark gefärbte Körnchen aufweisen, aber etwa eine Normalgröße für die oder jene Tierart aufzustellen, ist nicht möglich. Relative Angaben sind insofern möglich, als man angeben kann, daß z. B. das Kaninchen, wie es Oppel (240) tut, auffällig große Körnchen hat. Sicher ist auch die Größe der Körnchen abhängig von der Fixation, ich habe z. B. bei Fixation mit 1% wässriger Pikrinsäure bei demselben Tiere bedeutend kleinere Körnchen gesehen, als an Präparaten, die mit anderen Flüssigkeiten fixiert waren. Auch über die Granula der Paneth'schen Zellen unserer Haustiere (Pferd, Esel, Schaf) kann ich keine genauen Angaben über deren Größe machen. Man sehe nur, wie verschiedene Zellen in der dem Präparate naturgetreu ohne jede Retouche nachgezeichneten Abb. Nr. XII vorhanden sind. Man sieht Zellen, in denen gerade die Bildung allerfeinster Körnchen beginnt, neben Zellen mit prächtigen, deutlichen, die ganze Zelle gleichmäßig erfüllenden Körnchen. Und wiederum, wie ganz anders sehen die Körnchen in Abb. XI aus. Beide Präparate sind vom Pferde, das erste nach Altmann, das andere nach Zenker gehärtet bez. gefärbt. Es kann doch unmöglich nur der Einfluß der Fixation sein, der so verschiedene Bilder bei einer einzigen Tierart hervorzauberte.

Schwieriger ist schon die Deutung der Bilder, in denen an den Paneth'schen Zellen keine Granula, sondern nur ein Netzwerk zu sehen ist. Ist dieses Netzwerk ein stark gefärbtes, zwischen ungefärbten, vielleicht gequollenen Körnchen liegendes Proto-

plasma? Oder sind die homogen aussehenden Körnchen von einem Zellprodukte überzogen, das, da die Körnchen eng aneinander liegen, den Eindruck eines Netwerkes macht? Oder haben sich gar die Körnchen, sei es infolge eines natürlichen Vorganges, wie Reifwerden des Sekretes etc., oder infolge der Fixationsmethode aufgelöst, und ist das gefärbte Netzwerk weiter nichts als das durch die Fixation niedergeschlagene Sekret? Was sagen die früheren Autoren zu diesen Befunden? Namentlich Schaffer (305) spricht von einem Netzwerke, das er zwischen den Körnern fand und welches er namentlich mit Congorot deutlich, mit Safranin und Vesuvin kaum oder nicht tingieren konnte, was ihm mit den Körnchen nicht gelang. Dieses Netzwerk füllt nach ihm die ganze Zelle so aus, daß auch um den Kern herum keine größere Protoplasmaansammlung zu sehen ist.

„*Untersucht man,*“ schreibt er weiter, „*dieses Netzwerk genauer, dann erhält man den Eindruck, dass es dadurch zustande kommt, dass die Zellen erfüllt sind mit verhältnismässig grossen, kugeligen oder durch gegenseitigen Druck abgeplatteten, ungefärbten Gebilden, welche eine färbbare Substanz, das Protoplasma, als Netzwerk zwischen sich lassen.*“

Der Kern der Paneth'schen Zellen ist, wie schon erwähnt, meist nicht zu sehen, was offenbar einmal seine Ursache darin hat, daß die Zellen so groß sind, daß der Kern öfters außerhalb des Schnittes liegen kann, andererseits aber ist die Zelle mit den Sekretkörnchen oft dermaßen angefüllt und sind die Körnchen dermaßen stark gefärbt, daß er von diesen, selbst wenn er mit im Schnitte liegt, verdeckt ist. Ist er aber zu sehen, dann erscheint er nach Paneth (260) kleiner und homogen, aber stärker tingiert als der der anderen Epithelien. Nach Schaffer (303) ist er stets basalständig, d. h. ganz an die Peripherie gedrückt, entweder quer auf die Längsachse oder seitlich an die Wand verschoben, meist unregelmäßig und stets durch seine starke Färbbarkeit ausgezeichnet. An Haematoxylin-Eosin-Präparaten erscheint er in der oben beschriebenen Weise mehr homogen blaurot gefärbt, ohne eine scharfe Kernmembran erkennen zu lassen. Diese Beobachtungen Schaffers kann ich voll und ganz bestätigen. Zur Kern-Morphologie kann ich nur hinzufügen, daß er mehr denen der Zylinderzellen ähnelt, als denen der Becherzellen. Nie habe ich in Paneth'schen Zellen solche dreieckige, platte oder halbmond-, ja sichelförmige Kerne wie in den Becherzellen gesehen. War er an stark sekretgefüllten Zellen zu sehen, dann war er quergelagert und plattgedrückt, aber nicht schalenförmig. Im Gegensatz zu Paneth (260) hebt Nicolas (240) hervor, daß die Kerne der Körnchenzellen niemals verschwinden, wohl aber in ihren Dimensionen und in ihrer Konstitution bedeutende Veränderungen erleiden. Wenn die Zelle ad maximum mit Körnchen gefüllt ist, liegt der Kern plattgedrückt an ihrer Basis und er kann dann leicht der Aufmerksamkeit entgehen. Eine sorgfältige Untersuchung einer Schnittstelle kann jedoch seine Gegenwart dartun. In dem Verhältnis, daß der Kern nebst einem Teil des protoplasmatischen Netzwerkes in der Zelle zurückbleibt, wenn dieselbe ihren körnigen Inhalt entleert, liegt

die Möglichkeit für eine Rekonstruktion der Zelle. Ein solcher Prozeß findet nach Nicolas (240) in der Tat statt und zwar in einer von Nicolas näher beschriebenen und von mir an anderen Zellen wiedergegebenen Weise.

Nach Zipkin (380) haben die Kerne sämtlicher Kryptenzellen ein einziges großes, kugelrundes Kernkörperchen. In der Regel konnte ich dies bestätigen.

Ein Mikrocentrum ist an diesen Zellen noch nicht beobachtet worden.

Die Fragen über Herkunft, Funktion und Schicksal, sowie die Deutung der Paneth'schen Zellen sollen nachstehend nur kurz gestreift werden.

Über die Herkunft dieser Zellen gehen die Meinungen der Autoren ebenso auseinander, wie über die der Becherzellen. Die einen sagen, sie sind weiter nichts als junge Schleimzellen, andere wieder sagen, nein, sie sind modifizierte Becherzellen, andere sehen wieder in ihrem offenbaren Eiweißdrüsenzellentypus einen Verwandtschaftsbeweis mit den zylindrischen Drüsenzellen. Andere stehen wiederum auf dem Standpunkt, daß sie die Zellen für selbständige Gebilde, für Drüsenzellen sui generis halten. Letztere Ansicht ist mir am sympathischsten. Warum sollen denn immer alle Epithelarten eines Organes miteinander verwandt sein? In dieser Meinung bestärkte mich auch Zipkin (380), die bei der Erörterung der Frage, ob etwa die Paneth'schen Zellen mit den Hauptzellen (Saumzellen) verwandt sein könnten, folgendes schreibt:

„Gegen diese Verwandtschaft möchte ich den Umstand ins Feld führen, dass, wie weiter oben erörtert, die Hauptzellen beim Rhesusaffen selbst Anzeigen der Sekretion darbieten und mir kein Beispiel bekannt ist, wo Zellen, die ein bestimmtes Sekret liefern, normalerweise sich in andere Zellen umwandeln, die ein anderes Sekret liefern.“

Zu denen, die eine Verwandtschaft, sei es genetisch, sei es nur morphologisch, mit den Becherzellen bestreiten, gehören Schaffer (305): *(„von den Becherzellen unterscheiden sich die Körnchenzellen deutlich; Übergangsformen von der einen Zellart zur anderen liessen sich nicht nachweisen“)*, Nicolas (240): *(„keinerlei Ähnlichkeit mit den Becherzellen“)*, während Bizzozero (24—35) auf Grund seiner Untersuchungen und geleitet, vielleicht sogar zu sehr beeinflußt durch seine Theorie, die Paneth'schen Zellen für nichts anderes als für jugendliche Formen von Schleimzellen erklärt. Des näheren auf seine sehr ausführliche Beweisführung einzugehen, würde zu weit führen. Ich begnüge mich, die Zusammenfassung seiner Resultate hier anzugeben, er schreibt:

„Diese Beobachtungen zeigen also, dass die Paneth'schen Zellen junge Schleimzellenformen darstellen.

Sie secernieren grosse, glänzende, safranophile Körnchen, die sich in das Drüsenlumen ergiessen. Älter werdend, fahren sie eine gewisse Zeit fort, Körnchen von gleicher Natur zu secernieren, die jedoch kleiner sind, und gleichzeitig scheiden sie auch Körnchen aus, die sich intensiv mit Haematoxylin färben. In einem weiteren Stadium hört die Erzeugung von safranophilen

Körnchen ganz und gar auf und das Sekretklümpchen wird gänzlich von mit Haematoxylin färbbaren Körnchen gebildet, die Zelle ist so eine wirkliche Schleimzelle geworden. Während nun diese Veränderungen im Innern der Zelle stattfinden, nimmt diese auch die den Schleimzellen eigene Kelchform an und rückt allmählich vom Blindsack der Drüsen nach deren Mündung hinauf und dann auch auf die Zotten."

Anhänger hat er, soviel seine Theorie über Epithelienregeneration und Verwandtschaftsverhältnisse für sich haben mögen, nicht viele gefunden. Unter den vielen Beweisen gegen die Deutung seiner Befunde durch Bizzozero führt u. a. von Ebner (86) vor allem das Fehlen der Paneth'schen Zellen im Dickdarm und bei den Carnivoren an.

Wenn man überhaupt eine Verwandschaft zwischen den Paneth'schen Zellen und den Drüsenepithelzellen annehmen will, dann ist mir der Gedanke, daß die protoplasmatischen Saumzellen das Material für die Paneth'schen Zellen liefern sollen bedeutend einleuchtender, besonders da, wie schon mehrfach betont, die Paneth'schen Zellen durchaus einen serösen Eindruck machen (trotz der Farbreaktionen). Paneth (260) ist wie Heidenhain der Meinung, daß die Paneth'schen Zellen aus den Epithelzellen entstehen. „*Darüber*", schreibt er, „*kann kein Zweifel sein, wir sehen ja alle Vorgänge vor uns*". Gegen diese Meinuug ist ja, wie schon erwähnt, R. Zipkin (380). Sie schreibt darüber:

„*Was die Genese der Paneth'schen Zellen betrifft, so gelang es mir bis jetzt nicht, irgendeinen Aufschluss darüber zu erhalten, da ich weder mitotische noch amitotische Vorgänge an den Kernen beobachtet habe. Ob die oben erwähnten Formen der Paneth'schen Zellen mit spärlichen Vakuolen näher der feinen Oberfläche etwa als Zwischenstufen zwischen den Hauptzellen und den Paneth'schen gedeutet werden dürfen, mit anderen Worten, ob die Paneth'schen Zellen beim ausgewachsenen Tiere durch Umwandlung der Hauptzellen entstehen, erscheint mir zweifelhaft.*"

Lassen wir also diese Frage „Woher kommen sie?" offen. Nichts liegt nun näher, als zu fragen „Wohin gehen sie?"

Doch ehe diese Frage zu beantworten ist, müssen wir erst das Schicksal der, sagen wir frisch entstandenen oder eben entstehenden Zelle weiter verfolgen. Wie lebt sie, wie secerniert sie, was secerniert sie etc.? Kurz, ihre Funktion wollen wir erst besprechen.

Daß die Paneth'schen Zellen secernierende Elemente des Darmepithels sind, bezweifelt wohl niemand mehr, ihr morphologischer Charakter stempelt sie, wie fast alle Autoren angeben, zu typischen Drüsenzellen. Eine andere Frage ist es, was secernieren die Paneth'schen Zellen?

Sobotta (320) meint, die Körnung sei die Vorstufe eines Sekretes (Zymogen). Nach Schmidt (311) scheint eine spezifische Beziehung zur Verdauung pflanzlicher Nahrung zu bestehen. Diese Vermutung liegt ja sehr nahe, wenn wir die Nahrung der Tiere, bei denen Paneth'sche Zellen nachgewiesen sind, betrachten. Pferd, Esel, Rind und Schaf unter den Haussäugetieren sind

Herbivoren, ebenso im wesentlichen die Nagetiere Der Mensch ist, wenn er sich auch im Laufe der Jahrtausende mehr zum Omnivoren entwickelt hat, doch von Haus aus mehr Herbi- bez. Fructivore als Carnivore. Der Rhesusaffe ist Fruktivore, ebenso das Eichhörnchen. Es sind eigentlich nur die Fledermäuse die Paneth'sche Zellen haben. Vor allen Dingen weist aber das sichere Fehlen der Paneth'schen Zellen bei den Carnivoren, bei denen doch die verschiedensten Forscher vergeblich nach ihnen geforscht haben, auch auf diese Wahrscheinlichkeit hin, daß die Paneth'schen Zellen mit der Verdauung pflanzlicher Nahrung eng im Zusammenhang stehen. Interessant sind die Ausführungen Schmidt's (311) über die Funktion der Paneth'schen Zellen, die ich namentlich deshalb genauer anführen möchte, weil er verschiedene neue wichtige Gesichtspunkte mit anführt, zu denen ich nicht selbst gelangen konnte, weil ich nicht das Material zur Verfügung hatte, mit dem Schmidt arbeitete. Er schreibt:

„Hinsichtlich der Funktion der Körnchenzellen wird man kaum noch gegen Bizzozero's Ansicht, dass sie Jugendstadien der Becherzellen seien, Front zu machen brauchen; ich habe, wie die anderen Beobachter, nie Übergänge zu Becherzellen beobachten können. Besonders aber spricht noch dagegen, dass sich bei jüngeren Feten zwar sehr schöne Becherzellen, aber gar keine Körnerzellen ausbilden. Eine andere Frage ist aber die nach der Art der speziellen Funktion der Paneth'schen Zellen. Nach Bloch's Publikationen muss man denken, dass sie eine spezifische Aufgabe bei der Milchverdauung des Säuglings hätten. Von einer Rückbildung der Paneth'schen Zellen oder ihrer Funktion habe ich mich nicht überzeugen können, da ich sie im Dünndarm in gleicher Reichlichkeit wie beim Neugeborenen fand, im Dickdarm aber auch bei diesem vermisste. Auch im Processus vermiformis ist von einer Rückbildung nicht die Rede, wenigstens nicht stärker als des sonstigen Epithels, denn wir fanden sie ja noch bei einem 50jährigen Individuum ebenso reichlich, wie bei einem Neugeborenen. Und gerade im Wurmfortsatze sind etwaige Gebrauchsansprüche, woraus man ihr Verbleiben erklären könnte, sehr geringe.

Doch weist dieser Umstand auf etwas anderes hin. Der Processus vermiformis, in seiner Verkümmerung ein Rest des ursprünglich selbständigen Caecums, deutet wie bei den anthropoiden Affen auf eine in der Ernährung stattgefundene Änderung hin (Gegenbauer (134). Diese Änderung ist wohl die Abwendung von der ausschliesslichen Pflanzennahrung, und als Rest eines speziellen für diese bestimmten Darmes finden sich die Paneth'schen Zellen noch im Processus vermiformis, wie sie sich sonst bei Pflanzenfressern finden. Welchen Teil der Pflanzennahrung sie besonders beeinflussen, muss dahingestellt bleiben. Das gelegentliche Vorkommen im Dickdarme weist auf eine ursprüngliche Gleichheit des gesamten Darmepithels, in unseren Fällen besonders darauf hin, dass hier wohl frühzeitig in der Fetalperiode Epithelstellen unter besondere Lebensbedingungen gestellt wurden, die zu eigenartiger Entwicklung führten. Wenn also das gesetzmässige Vorkommen der Paneth'schen Zellen im gesamten Dünndarm während des ganzen Lebens auf eine dauernde Funktion für die Verarbeitung der menschlichen Speise mit Sicherheit schliessen lässt, so werden wir eine wirkliche Aufklärung über ihre spe-

zielle Aufgabe doch erst durch weitere, fortzusetzende, experimentelle Untersuchungen am Darme reiner Pflanzenfresser, der durch die reichlichen Paneth'schen Zellen charakterisiert ist, gewinnen können."

Da ich bisher absichtlich der Verständlichkeit halber meine Befunde im Dickdarm nicht besprochen habe, kann ich hier noch nachträglich bemerken, daß auch ich bei der Maus zwar nur im ganzen Caecum typische Paneth'sche Zellen gefunden habe, bei denen allerdings nur das Netzwerk und nicht mehr die typischen Körnchen zu sehen waren. Bei den mit Paneth'schen Zellen versehenen Haustieren vermißte ich jedoch Andeutungen von Paneth'schen Zellen im Dickdarm.

Auch auf die Frage „Was wird aus der secernierenden Zelle, bezw. aus der secerniert habenden?" läßt sich keine bestimmte Antwort geben.

Wer für ihre Abstammung von den Saumzellen der Drüsen ist, hat damit die Frage schon beantwortet. Die Sachlage ist dann ganz einfach: sobald die Zellen secerniert haben und die im Protoplasma liegenden Körnchen ausgestoßen sind, füllen sich die Zellen allmählich wieder mit Körnchen. Dieser Vorgang ist aber derselbe auch dann, wenn man die Gebilde als Zellen sui generis auffaßt.

In den schmalen, gewissermaßen sich ausruhenden und für neue Sekretion sich erholenden Zellen treten auf irgend welchen, offenbar chemotaktischen Reiz auf Kosten des Protoplasmas neue Körnchen auf, die von neuem in das Drüsenlumen ausgestoßen werden, sodaß sich auf diese Weise der sekretorische Kreislauf, von dessen Dauer wir allerdings nichts wissen, schließt. Beide Theorien haben als gemeinsamen Ausgangspunkt, daß ein Protoplasmarest bleibt, sei es in Gestalt eines Protoplasmaklümpchens um den Kern, sei es in Gestalt der abgearbeiteten schmalen Zelle. Paneth (260) aber und andere vermißten solche Protoplasmareste und schmale Zellen und kamen auf andere Theorien. Paneth kam auf Grund seiner Fütterungsversuche zu der Vermutung — beweisen konnte auch er seine Vermutung nicht — daß die Paneth'schen Zellen bei der Sekretion zugrunde gehen. Des näheren auf die von Bizzozero (24—35), Paneth (260), Patzelt (264) Pfitzner usw. aufgestellten bezw. verteidigten Theorien über den Ersatz der Epithelien vom Drüsenfundus aus, einzugehen, verbietet mir der Rahmen dieser Arbeit.

Zum Schlusse möchte ich noch einmal ganz kurz die Befunde der Paneth'schen Körnchenzellen bei unseren Haussäugetieren rekapitulieren.

Oppel (245) macht in seinem Handbuche noch keine Angabe über einen Fund von Paneth'schen Körnchenzellen bei irgend einem Haustiere. Weder im Ellenberger'schen Handbuch der vergl. Histiologie und Physiologie der Haustiere [Ellenberger (95) bezw. Ellenberger-Günther (97)] findet sich eine Angabe über das Vorkommen von Paneth'schen Körnchenzellen bei den Haustieren, nur in der 3. Auflage des Grundrisses [Ellenberger-Günther (98)] findet sich der Satz:

„Im Drüsengrund kommen jene besonderen, stark granulierten Zellen (Paneth'schen Körnchenzellen) vor, die jedenfalls bei der Sekretbildung eine Rolle spielen.“

Ellenberger hat allerdings schon in seinen ersten Publikationen darauf hingewiesen, daß das Epithel im Drüsengrunde verschieden ist von dem übrigen Drüsenepithel. Hock (161) vermißte ebenfalls noch bei allen Haustieren spezifische Zellen am Fundus der Darmeigendrüsen. Nur bei der Katze sah Hock Gebilde, die, wie er sagt, sich vielleicht mit den Paneth'schen Zellen vergleichen lassen. Weitere Untersuchungen ergeben stets, ebenso wie die meinigen, negative Resultate. Lediglich bei Ebner (86) findet sich ein Hinweis, daß im Fundus der Lieberkühn'schen Drüsen des Pferdes sich Zellen finden, die sich mit den Paneth'schen Zellen vergleichen lassen.

Erst Möller (233) konstatierte beim Pferde, dem Rinde und dem Schafe am Grunde der Lieberkühn'schen Krypten im Dünndarm eine Art Zellen, deren morphologischer Charakter sie zu typischen Drüsenzellen stempelt — also Paneth'sche Körnchenzellen.

Meine Untersuchungen bestätigen die Befunde bei Pferd und Schaf, erweitern sich auf den Esel und den Hamster, bestätigen sich aber nicht für das Rind.

Außerdem ergeben meine Untersuchungen die Identität der fraglichen Gebilde mit den echten Paneth'schen Körnchenzellen.

Außer den Paneth'schen Körnchenzellen ist noch eine zweite Art Körnchenzellen im Darmepithel beobachtet worden. Diese besitzen ebenfalls eine Ansammlung von Körnchen in ihrem Protoplasma, aber nicht in dem der Oberfläche zugekehrten Teil des Protoplasmas, sondern im basalen Teil.

Zuerst wurden diese Granulazellen von Kultschitzky (21) gefunden, über dessen Befunde Oppel in den Ergebnissen der Anatomie und Entwicklungsgeschichte Bd. VII 1897 p. 72—73 etwa folgendes referiert (die Originalarbeit war mir nicht zugänglich):

„Als neu schildert Kultschitzky eine Zellart im Darmepithel, die sich von den gewöhnlichen Darmepithelzellen nur dadurch unterscheidet, dass sie in ihrem Protaplasma Körner zeigt, welche acidophile Eigenschaften besitzen und sich in ihrem Färbungsvermögen vollkommen identisch verhalten mit den Körnchen der bekanntlich auch in der Darmschleimhaut vorkommenden eosinophilen Zellen. Diese Kultschitzky'schen Zellen finden sich im Epithel sowohl an der Oberfläche der Darmzotten, als auch in den Lieberkühn'schen Drüsen und zwar auf der ganzen Strecke der letzteren. Es schien mir zunächst wenig wahrscheinlich, dass die so ins Auge springenden Bilder, wie sie Kultschitzky beschreibt, in allen den vielen, zum Teil so eingehenden früheren Untersuchungen des Darmepithels übersehen werden konnten. Trotzdem war es mir nicht möglich, diese Bilder mit anderen aus der Literatur bekannten in Übereinstimmung zu bringen. Um die bekannten gekörnten Zellen (Paneth u. a.) im Grunde der Lieberkühn'schen Drüsen kann es sich nicht handeln, weil die Zellen Kultschitzky's auch an

der Oberfläche der Zotten vorkommen und weil ihre Körner nur im basalen Teil der Zelle liegen. Auch mit den bekannten, im Epithel gelegenen Körnchen verschiedenster Art enthaltenden Phagocyten stimmen die Bilder Kultschitzky's nicht ohne weiteres überein. Da es nun bekannt ist, dass in den Darmepithelzellen bei der Resorptionstätigkeit die Stoffe, welche eben resorbiert werden, in Form von Körnchen auftreten, so scheint es wohl möglich, dass Kultschitzky's Deutung, dass seine Bilder auf die Resorptionstätigkeit zu beziehen seien, das Richtige getroffen hat. Allerdings bleibt dabei merkwürdig, warum die Körnchen gerade entgegen anderen Beobachtungen nur in den basalen Teilen der Zellen zu finden sein sollen. Auch der Umstand, dass sich Kultschitzky's Körnchen auch in den Zellen der Lieberkühn'schen Drüsen finden, bleibt unerklärt. Denn darin möchte ich Kultschitzky nicht folgen, wenn er auf die Theorie zurückgreift, welche die Lieberkühn'schen Drüsen als Absorptionsapparate dienen lässt. Ebensowenig halte ich es für wahrscheinlich, dass nur die Epithelzellen, wie Kultschitzky annimmt, die eosinophilen Körnchen weiter an die eosinophilen Zellen abgeben würden. Immerhin bleibt es ein nicht zu unterschätzendes Verdienst Kultschitzky's, wieder einmal auf Erscheinungen in den Epithelzellen aufmerksam gemacht zu haben, welche möglicherweise der Ausdruck der noch immer nicht ganz aufgeklärten Art der Tätigkeit dieser Zellen sind."

Wesentlich zu denselben Gedanken wie Kultschitzky kam Möller (127), der zwar keine feinen Körnchen im Oberflächenepithel fand, aber die in jenen Leukocyten vorhandenen Körnchen als Nahrungsmaterial deutet, welches von einer besonderen Art von mononukleären Leukocyten im Epithel aufgenommen wurde. Während es sich also bei Kultschitzky um eosinophile Zellen handelt, besitzen nach Möller diese Körnchen, teils acidophile, teils eosinophile Eigenschaften (zitiert nach Oppel E. f. a. E. Bd. IX 1899, pag. 137). Während Kultschitzky diese Zellen zuerst und wie es scheint nur beim Hunde sah, fand Möller sie bei Hund und Katze, Schwein, Rind und Schaf, und zwar im Dünn- und Dickdarm. Nennenswerte Verschiedenheiten in der Ausbreitung der Granulationen in den Zellen bemerkte Möller selten. Noch früher als Möller und Kultschitzky fand Nicolas in der Tiefe der Schleimhautfalten der Eidechse solche Epithelzellen mit acidophilen Granulationen.

Da Möller des näheren auf diese Gebilde, vor allen Dingen auch auf die Frage der Identität seiner mit den von Nicolas bez. Kultschitzky gefundenen Zellen eingeht, erübrigt es sich für mich, die Resultate von Nicolas mit den früher gemachten zu diskutieren.

Nur inwieweit Möller Kultschitzky's Befunde und deren Deutung an der Hand seiner und der von Nicolas gemachten Befunde kritisiert, möchte ich hier anführen.

Nach Möller scheinen nämlich gegen die Richtigkeit von Kultschitzky's Ansicht, daß die Granulationen ein Produkt der resorbierenden Tätigkeit der Epithelzellen sind, folgende Umstände zu sprechen: 1. ihre relativ geringe Anzahl bei Ausfütterung des Tieres in gewöhnlicher Weise, 2. ihr konstantes Auftreten zuerst an der Basis und nicht, was man erwarten könnte, wenn sie durch die

resorbierende Tätigkeit der Zelle von außen an sie gelangten, in der Spitze der Zelle, 3. ihr beinahe gleich reichliches Vorkommen im Epithel des Dünn- und des Dickdarmes, 4. die nicht auszuschließende Möglichkeit, daß sie im Zellkörper gebildet werden, um als ein Bestandteil, vielleicht als ein Ferment, in das Sekret überzugehen oder daß sie ein während der Lebenstätigkeit der Zelle entstandenes Exkretionsprodukt bilden, das von nahe gelegenen Lymphkapillaren aufaufgenommen und entfernt wird. Nach Bloch (38—40) haben diese im Oberflächenepithel des Darmes sich findenden gekrönten Epithelzellen wahrscheinlich nichts mit der Aufsaugung zu tun.

Ich hielt mich für verpflichtet, in einer Abhandlung, in der ich das gesamte Epithel des Darmkanales bespreche, insonderheit von neuem die Aufmerksamkeit auf alle möglichen Zellgranulationen lenke, hier auch dieser Granulationen Erwähnung zu tun, wenngleich ich keine diesbezüglichen Beobachtungen über diese Gebilde machte. Höchstens fand ich hier und da einige eosinophile Leukocyten im Darmepithel.

Es lag nicht im Rahmen meiner Arbeit, weitere Studien anzustellen über die Verhältnisse des an den Saumzellen befindlichen Stäbchensaumes, sowie über die mannigfaltigen Veränderungen, welche die Epithelien bei der Resorption, während der Verdauung bei Hunger und Durst, im Winterschlaf etc. erleiden.

In bezw. nach der Meinung einiger Autoren nur zwischen, nach meiner und der vieler anderer Autoren in und zwischen den Epithelzellen sowohl der Oberfläche als der Drüsen liegen oft Leukocyten als Wanderzellen. Ihr Vorkommen wurde nach Heidenhain (149) zuerst von Eberth (85), 1864, beschrieben. Diese Leukocyten liegen unregelmäßig im Propriagewebe, im Dünndarm meist im Zottengewebe zerstreut, von wo sie in die Epithelschicht eindringen. Für ihr Erscheinen im Epithel soll nach Heidenhain die Anwesenheit von Nahrungsmaterial im Darme nicht bestimmend sein, er glaubt sogar annehmen zu dürfen, daß der Hungerzustand die Bewegung der Wanderzellen nach dem Epithel hin, ebenso wie die Anwesenheit reichlicher Flüssigkeitsmengen im Darm sehr begünstigt, was sich wohl leicht daraus erklärt, daß sie beim Hunger nach Nahrung suchen. Auch Beguin (13) beobachtete, daß bei Hungertieren (Bufo und Lacerta) die Schleimhaut des Mitteldarmes eine große Anzahl von Leukocyten, welche oft zu beträchtlichen Haufen vereinigt sind, enthält, und zahlreiche Leukocyten das Epithel durchwandern, während bei verdauenden Tieren Leukocyten und Wanderzellen verhältnismäßig selten waren.

Nach Monti (237) sind bei winterschlafenden Tieren die Leukocyten im Epithel und im Stroma sehr häufig.

Heidenhain (149) beobachtete, daß in der ganzen Zelle die Leukocyten häufig vorkommen, nach dem Kutikularsaum hin aber sehr selten werden, was auch Hofmeister (163—165) bestätigt.

Nur Deimler (74), der bei allen Haustieren durchwandernde Leukocyten fand, traf sie bei der Katze im Oberflächenepithel sowohl nahe der Basis wie nahe dem anderen Ende der Zellen nicht selten an. Im Kutikularsaum selbst sind bisher nach Böhm und von Davidoff noch keine Leukocyten beobachtet worden.

Nicht zu allen Zeiten wurden diese Gäste des Epithels für Leukocyten gehalten. E. H. Weber, Heidenhain (149), Rindfleisch (283) und Lipsky (208) erklärten die im Darmepithel sich findenden Leukocyten für Epithelzellen.

Als Schleimkörperchen wurden sie von Lambl (197), Remak (278), Eberth (85), Eimer (91—93), Langhaus (385), Buhl (386) und Kölliker (178—181) gedeutet. Diese Forscher hielten sie aber trotzdem noch für epitheliale Gebilde.

Erst Eberth (85) erkannte, daß sie von dem Zottenparenchym aus in den Darm wanderten und zu Schleimkörperchen werden. Diese wohl in Rücksicht auf die damals neuen Beobachtungen von Recklinghausen (387, 388) und auf eine Bemerkung von Frey (115—119) geäußerte Vermutung unterstützten Eimer (91—93) und Arnstein (4, 5). Letzterer hatte zuvor das Hinaufwandern lymphoider Körperchen zwischen den Epithelzellen, ja sogar das Eindringen in die Epithelzellen beschrieben.

Lipsky (208), Watney (357—360) und Edinger (87) beschrieben die Leukocyten als im Epithel des Darmes befindlich. Während Lipsky und Watney sie aber noch nicht als Leukocyten erkannten, deutete sie Edinger als der erste richtig.

In bezug auf die Frage der Herkunft der Leukocyten ist festzuhalten, daß es sich, wie schon erwähnt, um dieselben meist mononukleären Leukocytenformen handelt, welche im Propriagewebe, bes. im Dünndarme im Zottengewebe liegen.

Der größte Prozentsatz aller im Epithel sich findenden Wanderzellen wird sich also wohl aus diesen „echten“ Leukocyten rekrutieren.

Nun gibt es aber einige Beobachtungen in der Literatur verzeichnet, die, wenn sie auch zum Teil wenigstens etwas einseitig ausgebeutet wurden, doch einwandsfrei sind und uns eine Quelle gewissermaßen „unechter“ Wanderzellen vor Augen führen.

Von Davidoff (73) stellte eine Theorie des genetischen Zusammenhanges zwischen den Epithelzellen und den fraglichen Gebilden auf. Zuerst bestritt er die leukocytäre Natur der im Epithel vorkommenden Wanderzellen und deutete sie als modifizierte Tochterkerne (Sekundärkerne) der Kerne der Zylinderepithelien, doch später erkannte er auch, wie Oppel hervorhebt, daß die Auswanderung von Rundzellen durch das Epithel ins Lumen das Tractus intestinalis statthaben kann.

Der von Davidoff'schen Theorie schloß sich im allgemeinen Garbini (389) an, modifizierte sie aber etwas.

Wichtiger aber als diese Theorie sind die Angaben einiger Autoren über die Herkunft der Wanderzellen aus den Lymphknötchen

bez. aus dem Epithel der in Lymphfollikel hineinragenden oder wenigstens über ihnen liegenden Darmeigendrüsen.

Lipsky (208) (1867) beobachtete, wie Oppel referiert, folgendes:

„Da, wo eine Lieberkühn'sche Krypte an einen Nodulus stösst, sieht man auf dem Durchschnitte, dass das Epithel auf dem Boden der Krypte seinen Charakter wechselt. Auf der einen Seite ist es nach der Art des Zottenepithels und auf der anderen Seite schon nach Art des Nodulusepithels gebaut (mit Kerneinlagerungen, Wanderzellen).“

Auch N. Rüdinger (287) hat in seinem Aufsatze über die Umbildung der Lieberkühn'schen Drüsen beim Menschen (288) zu zeigen versucht, daß überall dort in der Darmschleimhaut, wo Leukocytenfollikel vorhanden sind, die Lieberkühn'schen Drüsen vollständig fehlen. Dabei rücken die Follikel, von der Lamina propria mucosae sich vergrößernd, vor und wandeln die Lieberkühn'schen Drüsen derart um, daß aus den Zylinderepithelien der Drüsen Rundzellen werden, die sich von den Leukozyten nur äußerst schwer unterscheiden lassen. Nach ihm besteht zwischen den Leukozyten in der Darmschleimhaut und den aus den Zellen der Lieberkühn'schen Drüsen entstandenen Rundzellen kein wesentlicher formeller Unterschied.

Ähnliches berichtet Hofmeister (163—165). Verschieden sind die Angaben der Autoren über den Weg, den die Lymphzellen auf ihrer Wanderung wählen — denn um eine Wanderung dahin handelt es sich doch sicher bei wohl allen sich im Epithel findenden Leukozyten, von denen hier allein die Rede ist — ob sie nämlich inter — oder intracellulär sitzen, bez. ob sie zwischen den Zellen hindurchschlüpfen oder in die Zellen eindringen.

Der Zweck ihrer Wanderung ist nicht bekannt. Die Frage, ob sie wirklich in das Darmlumen wandern, also ob sie aus dem Epithel heraus auf die innere Oberfläche der Schleimhaut wandern, ist noch strittig. Ob die Wanderung chemotaktisch erfolgt, bleibt zweifelhaft.

Oppel (245) äußert sich darüber etwa folgendermaßen:

„Der Vorgang der Lymphzellenwanderung zur Darmoberfläche mag zwar häufig beobachtet werden, ist aber nicht als ein funktionell bedeutungsvoller, sondern als ein durchaus nebensächlicher, der wahren Funktion der Lymphzellen sogar direkt zuwiderlaufender aufzufassen; ihre Aufgabe ist es auf keinen Fall, ins Darmlumen zu wandern. Sind sie einmal ausgewandert, und dazu mögen sie wohl in erster Linie die äusserst günstigen Lebensbedingungen, auch chemotaktische Reize veranlassen, dann ist ihre Tätigkeit, zu der sie bestimmt sind, nicht die, zu transportieren.“

Anzunehmen ist wohl, daß viele ausgewanderte Leukocyten im Darmlumen zugrunde gehen. Die meisten wohl, die der chemotaktische Reiz der Bakterienflora des Darmes zur Wanderung veranlaßte, nehmen Bakterien, gewiß auch Tröpfchen von Nahrungsbrei in sich auf. Ob diese aber alle damit beladen in die Mucosa durch das Epithel zurückkehren, ist wohl sehr zu bezweifeln.

Wie sehr die Meinungen über die Bedeutung des Vorkommens der Leukocyten im Darmepithel auseinander gehen, kann man an folgendem sehen. Nichts lag natürlich näher, als ihnen irgend eine

Funktion bei der Resorption zuzuschreiben. So glaubte z. B. Zawarykin (373—376) sich bei Hunden und Fröschen überzeugt zu haben, daß nicht den Saumzellen, sondern den zwischen letzteren verteilten lymphoiden Wanderzellen die Aufgabe zugefallen sei, das fein emulsionierte Fett des Chymusbreies sich einzuverleiben. Nach seinem Dafürhalten sollen die Wanderzellen aus dem Bindegewebe der Darmwandungen zwischen den Saumzellen hindurch zur freien Darmoberfläche emporkriechen, dort vermöge ihrer kontraktilen Fortsätze die feinen Fettröpfchen des Darminhaltes an sich reißen und dann mit denselben dorthin zurückkriechen, woher sie gekommen sind.

Auch Frick (395), der die von Ellenberger in der Darmschleimhaut des Pferdes entdeckten und ungemein grob granulierten Körnchenzellen wiedersah, nahm diese als Fettransporteure in Anspruch, trotzdem Ellenberger nachgewiesen hatte, daß die Körnchen keine Fettkörnchen seien.

Die Theorie des Fettransportes durch die Leukocyten findet jetzt keine Anhänger mehr. Es mag ja sein, daß die Wanderzellen die von Zawarykin beschriebene Fähigkeit besitzen; es will mir aber nicht einleuchten, daß sie einen wesentlichen Anteil an der Resorption besitzen sollen.

Ganz entgegengesetzter Meinung wie Zawarykin (373—376) ist Gruenhagen (140, 141), der zu dem Ergebnis kam, daß die lymphoiden Wanderzellen, mögen sie innerhalb oder außerhalb des Epithelüberzuges und seiner Zellen angetroffen werden, zu keiner Zeit und zu keiner Weise selbsttätig in den Verdauungs- oder Resorptionsgang eingreifen. Wieder eine andere Anschauung vertritt Stöhr (326). Er sagt (nach Oppel (245) zitiert):

„Die Bedeutung der Durchwanderung der Leukocyten durch das Epithel auf die freie Oberfläche resp. in die Darmhöhle liegt wahrscheinlich darin, dass die mit der Entfernung sich rückbildenden Körpermaterials betrauten und bei dieser Tätigkeit selbst zugrunde gehenden Leukocyten auf dem kürzesten Wege nach aussen gelangen.“

Es ist indessen möglich, daß dem Durchwanderungsprozeß noch eine andere Bedeutung zukommt; es ist denkbar, daß dieser ursprünglich nur der Abfuhr dienende Vorgang weitere Verwendung erfährt, schließlich durch Funktionswechsel anderen als den ursprünglichen Zwecken dienstbar wird und dadurch sich eben länger erhält. Ihren Hauptzweck aber hat man wohl, dank den Forschungen Ellenbergers und Zietzschmanns, in ihrer Tätigkeit, den Organismus gegen das Eindringen von Bakterien und anderen Schädlichkeiten zu schützen, zu suchen.

Eingangs erwähnte ich, daß die Autoren sich nicht darüber einig sind, welchen Weg die Wanderzellen auf ihrer Wanderung aus dem Propiagewebe nach dem Darmlumen nehmen. Es gibt drei Möglichkeiten, für die es für jede einzelne Verfechter gibt. Direkt in den Zellen des Epithels wurden sie beobachtet zuerst von Rindfleisch (283) und Eberth (85), Fries (122), Verson (390), Machate (212), Stöhr (Eberth?) (326) von Davidoff (73), Paneth (260), Heidenhain (149), Ruffer (391), Beguin (13).

Lipsky (208), E. H. Weber, Watney (357—360) (gegen Arnstein), Stöhr (326), Rüdinger (287, 288), Zawarykin (373-376) bestreiten das intracelluläre Vorkommen, sie finden die Leukozyten stets intercelluläre. Ich bin der Ansicht, daß neben dem intercellulären Wandern auch das intracelluläre Eindringen in die Epithelzellen vorkommt, wie dies auch Gravenhagen (140, 141), Hock (161), Arnstein (4, 5) annehmen.

Die Zahl der im Epithel vorkommenden Leukozyten schwankt natürlich innerhalb großer Grenzen. Wie schon erwähnt, soll, abgesehen von den eingangs erwähnten mutmaßlichen Veranlassungen zu dem Wandern der Leukozyten weniger der Füllungszustand, als das Verdauungsstadium auf die Menge der Leukozyten einen gewissen Einfluß haben. Zahlreiche Wanderzellen beobachteten unter anderem Hofmeister (163—165), Paneth (260) und Hock (161), während nach Gravenhagen (140, 141) sich bei Frosch, Maus und Katze immer nur sehr sparsam Vertreter der Lymphzellen in den intraepithelialen Spalten vorfinden. Auch innerhalb einzelner Darmabschnitte sollen diesbezügliche Schwankungen vorkommen. So schreibt Hofmeister (163—165), daß das Zottenepithel aufs reichlichste von Lymphzellen durchsetzt ist und weder das Epithel der Darmeigendrüsen, noch jenes des Magens und der Dickdarmschleimhaut eine ähnliche Infiltration zeigt. Bizzozero fand an den Dickdarmdrüsen des Hundes auswandernde Leukozyten in verhältnismäßig nicht großer Zahl zwischen den Epithelzellen. Auch Paneth schreibt: *„Endlich sind die Wanderzellen im Epithele der Krypten ausserordentlich viel seltener als in dem der Zotten"*. Natürlich sind es nicht immer einfache mononukleäre Lymphozyten, welche durch das Epithel wandern, die mannigfaltigsten Leukozytenarten lassen sich zwischen oder in den Epithelzellen bei allen Tieren konstatieren. So erwähnt Kultschitzky (194) Zotten mit Körnchen, die sich nach Ehrlich-Biondi mit Säurefuchsin-Orange-Methylgrün färben und in dem die Darmzotten bekleidenden Epithel und im Epithel der Lieberkühn'schen Drüsen eingelagert sind.

Auf Grund jenes Umstandes, daß die untersuchten Körner aus der erwähnten Ehrlich-Biondi'schen Mischung nur Orange und Säurefuchsin, d. h. ausschließlich nur saure Farben absorbieren, sind wir berechtigt, den Schluß zu ziehen, daß diese Körper ohne Zweifel acidophile Eigenschaften besitzen. Auch Ellenberger (94) fand unter den Leukozyten der Darmwand stets auch acidophile Körnerzellen, die beim Pferde durch die Größe ihrer Granula ungemein auffallen, und von ihm im Darme des Pferdes, später aber auch bei den anderen Haustieren zuerst gefunden und beschrieben worden sind. Sie sind verschieden von den Kultschitzky'schen Zellen. Es kommen aber auch bei diesem Tiere außerdem noch die verschiedensten anderen Leukozytenarten vor. Diese acidophilen Zellen fanden sich natürlich in erster Linie im Propriagewebe, und zwar nach Zietzschmann (378) besonders in der Propria und der Submucosa in der Nähe der Muscularis mucosae, wo sie im Dünndarme nicht

so reichlich sein sollen, wie im Dickdarme. Die eosinophilen Körnerzellen findet man bei sämtlichen Haustieren in allen Darmabschnitten, ihre Granula sind aber bei den anderen Haustieren kleiner als bei den Einhufern. Sie sind reichlicher im Dickdarm als im Dünndarm und sehr selten im Epithel anzutreffen, sie finden sich mehr inter- und subglandulär und submukös.

Außer diesen acidophilen Leukozyten in der Darmwand bez. im Darmepithel gibt es auch anders granulierte Leukozyten, wenn auch in geringerer Anzahl. So gibt es nach Kultschitzky's Beobachtungen, der bekannten Klassifikation Ehrlich's folgend, drei Gruppen von Leukozyten in der Darmwand und dann auch gelegentlich im Epithel, nämlich:

1. Leukozyten mit acidophiler Körnung,
2. Leukozyten mit basophiler Körnung,
3. Leukozyten mit neutrophiler Körnung.

Im Anschlusse an die Besprechung des gesamten Epithels der Darmschleimhaut, sowohl der Oberfläche (im Dünndarm der Zotten), wie der Darmeigendrüsen, möchte ich noch ganz kurz auf die Frage der Drüsennatur der Darmeigendrüsen zu sprechen kommen. Die Darmeigendrüsen (Glandulae intestinales propriae), auch Lieberkühn'sche Drüsen genannt, sind nicht immer als Drüsen, sondern als einfache, tubulöse Einstülpungen des Oberflächenepithels aufgefaßt worden. Auch heute noch gibt es Anatomen, die eine Drüsennatur absprechen und sie mit den früheren Autoren als „Darmkrypten", „Lieberkühn'sche Krypten" benennen.

Die Entscheidung der wichtigen Frage basiert wohl in erster Linie darauf, ob man typische Unterschiede zwischen dem Oberflächen- und dem Drüsenepithel konstatieren kann, und nicht zum mindesten darauf, ob man sekretorische Elemente in diesen Organen antrifft.

Die meisten Autoren erkennen die Drüsennatur der Darmeigendrüsen an. Autoren wie Ellenberger (95—98), Kölliker-Ebner (86), Rauber (274), Oppel (245), Zipkin (380), Möller (233), Voigt (353), Paneth (260), Monti (237), Renaut (279) verfechten diese Ansicht gegen Stöhr (329) Bizzozero (24—35), Hock (161), der sie gewissermaßen nur als verlängerte Magengrübchen auffaßt. Ellenberger (95—98) hat von jeher die Ueberzeugung ausgesprochen, daß die Darmeigendrüsen echte Drüsen sein müssen, unter anderem sagt er:

„Es ist unverständlich, warum einzelne Autoren die Darmeigendrüsen nicht als Drüsen auffassen wollen. Die Darmdrüsen sezernieren ebenso wie die Drüsen des Uterus, des Respirationsapparates etc. ein schleimiges Sekret; das Darmdrüsensekret enthält aber sogar noch ein amylolytisches Ferment. Es kann also gar keinem Zweifel unterliegen, dass die in der Propria mucosae des Darmes vorhandenen Schläuche als Drüsen zu bezeichnen sind."

Aus neuerlichen Äußerungen von ihm weiß ich allerdings, daß er dieser Frage eine besondere Bedeutung deshalb nicht mehr beilegt, weil auch jedes Oberflächenepithel ein sezernierendes Epithel ist, sich also prinzipiell nicht vom Drüsenepithel unterscheidet, und weil alle Drüsen als Epitheleinstülpungen und Epithelwucherungen entstanden sind. Er hat sich nur entschieden gegen die Auffassung ausgesprochen, die dahin geht, daß den Darmeigendrüsen im Gegensatz zu anderen sogenannten echten Drüsen eine besondere Stellung eingeräumt und ihr Epithel als Oberflächenepithel aufgefaßt werden soll im Gegensatz zum echten Drüsenepithel. Dafür liegt nach ihm ein Grund nicht vor, weil das Epithel der Darmeigendrüsen Enzyme usw. produziert, sich also dem sogenannten echten Drüsenepithel absolut gleich verhält. Daß die Darmeigendrüsen bei den Haussäugetieren Enzyme produzieren, haben Ellenberger und Hofmeister (164—165) nachgewiesen. Im Darmkanal liegen die Verhältnisse so, daß das Oberflächenepithel, abgesehen von den sezernierenden Becherzellen, in Beziehungen zur Aufsaugung stehen dürfte, sodaß tatsächlich beide Epithelarten in funktioneller Hinsicht ganz verschieden sind. Das Oberflächenepithel bewirkt in erster Linie die Aufsaugung und produziert nebenbei auch Schleim, das Drüsenepithel hat rein sekretorische Funktionen, produziert Enzyme, Schleim und dergleichen mehr und außerdem auch Zellen, ist also auch zellulipar. Auch histiologisch bez. morphologisch sind die beiden Arten des Darmepithels verschieden von einander.

Daß das Epithel der Darmeigendrüsen sich von dem der Oberfläche unterscheidet, erkennen fast alle heutigen Autoren an, wenn auch ältere Angaben über die völlige Identität des Oberflächen- und Drüsenepithels vorliegen. Schreibt doch noch F. E. Schulze (315, 316):

„Das Epithel der schlauchförmigen, sogen. Lieberkühn'schen Drüsen des Dünn- und des Dickdarmes stimmt so sehr überein, dass es in einem abgehandelt werden kann.“

Bei den morphologischen Verschiedenheiten beider Epithelien handelt es sich in erster Linie um bauliche und Form-Verschiedenheiten der protoplasmatischen Saumzellen, um Größe, Zahl und Bau der Becherzellen, und in zweiter Linie um das Auftreten besonders beschaffener Zellen und Zellarten. An morphologischen Unterschieden zwischen dem Zylinderepithel der Zotten (ich spreche in erster Linie überhaupt vom Dünndarm, weil sich hier das Oberflächenepithel mit dem Drüsenepithel viel besser vergleichen läßt, als das numerisch dem Drüsenepithel des Dickdarmes bedeutend nachstehende Oberflächenepithel des Dickdarmes) kommen besonders in Betracht: erstens Gestalt und Größe der Saumzellen, sowie ihrer Kerne, zweitens feinere Strukturverhältnisse der Saumzellen, drittens das Vorhandensein des Stäbchensaumes, viertens das Vorkommen von Kernteilungsfiguren.

Die Saumzellen der Oberfläche sind ungefähr doppelt so hoch (zylindrisch) als die der Drüsen, wo sie direkt kubisch sind. Die

Drüsensaumzellen sind nicht nur absolut, sondern auch relativ breiter als die schmalen Zottensaumzellen. Was über die Saumzellen in bezug auf ihre Höhe gesagt ist, gilt auch von den Becherzellen, wie Ebner (86) besonders hervorhebt. Die Drüsenepithelien sind auch gestaltlich verschieden von den Zottenepithelien; es beruht dies darauf, daß erstere konkave, letztere konvexe Flächen begleiten.

Die Differenzierung des Protoplasmas, die ich pag. 39 und 40 bei den Zellen der Zottenepithelien beschrieb (Zonenbildung) fehlt bei den Drüsenepithelien ganz. Die Kerne der Zellen des Zottenepithels sind ebenso wie die des Dickdarmoberflächenepitheles oblong geformt, leicht exentrisch gelegen (vergl. Zipkin 380), die Kerne des Drüsenepithels sind bläschenförmig und im basalen Drittel gelegen; nach Paneth (260) sind letztere auch etwas größer. Nach Schaffer (305) rücken die Kerne der Zylinderzellen von den Krypten bez. der Zottenbasis gegen die Zottenspitze in den Zellen empor, sodaß sie an letzterer Stelle etwa in der Mitte der Zelle zu liegen kommen.

Eine weitere Tatsache, auf die Heidenhain (149) aufmerksam machte, besteht darin, daß an in Sublimat fixierten Präparaten, die nach Biondi-Ehrlich behandelt worden sind, die Tinktion der Zottenepithelien viel tiefer ist, als die der Drüsenepithelien. Dieselbe Beobachtung habe ich auch an zahlreichen Präparaten aller Haustiere gemacht.

Der Stäbchensaum findet sich zwar noch an den Zellen des Eingangsdrittels der Drüsen, er ist hier aber doch von dem des Oberflächenepithels insofern verschieden, als er wie Heidenhain (149) besonders hervorhebt, in der Drüse niedriger und zarter ist, als auf den Zottenepithelien. Dies Verhalten bestätigt auch Ebner. Er sagt:

„Der Cutikularsaum, welcher die Epithelzellen der Zotte bedeckt, lässt sich, allmählich undeutlich werdend, auch noch in den oberen Teilen der Drüsen erkennen, doch nicht mehr im Grunde der Drüsen.“

Auch Heidenhain (149) hebt hervor, daß im Cutikularsaum der Drüsenzellen die stäbchenartigen Gebilde niemals die Höhe wie auf den Zottenzellen erreichen und viel zarter als dort erscheinen.

Ohne hier nochmals auf die Bizzozero'sche Theorie vom Ersatz der Epithelzellen der Oberfläche von der Tiefe der Drüse aus eingehen zu wollen möchte ich doch noch mit einem Worte mit auf das Vorhandensein von Mitosen im Epithel zurückkommen.

So gibt z. B. Gravenhagen an, daß karyokinetische Zellteilungen zwar nicht häufig, aber doch auch nicht gerade selten im Gebiete der Zylinderepithelien vorkommen, während man die Bilder der Karyokinese im Epithel der Darmeigendrüsen viel häufiger zu beobachten Gelegenheit habe.

Auch Pfitzner, Bizzozero (24—35), Vasalle (36,37), Paneth (260), Schaffer (305) etc. beobachteten in den Drüsen zahlreiche Mitosen, letzterer oft 5—7 in einer Drüse. Nach den meisten der oben genannten Autoren finden sich diese Zellteilungsfiguren meist in der Nähe des Fundus und um den Drüseneingang herum, fast nie

aber im Fundus der Drüse selbst. Bizzozero hingegen fand wieder im Blindsacke selbst und dem an diesen grenzenden Abschnitte der Drüse zahlreiche Mitosen, während nach Monti (237) im Gegensatz zu der Angabe Bizzozero's, beim Maulwurf die Mitosen über die ganze Höhe der Drüse bis zum Fuß der anliegenden Zotte zerstreut sind.

Alle Autoren hingegen bestätigen die auffällige Seltenheit oder sogar das Fehlen von Mitosen im Oberflächenepithele, höchstens hier und da einmal nimmt man eine Mitose an der Basis einer Zotte wahr.

Auch sollen nach Paneth (260) im Drüsenepithel die Wanderzellen viel seltener sein als in dem der Zotten, ein Verhalten, was auch ich beobachtete und seine Erklärung darin findet, daß die nach dem Darmlumen, d. h. nach dem Nährmaterial (vielleicht chemotaktisch) auswandernden Leukocyten doch wohl eher den direkten Weg durch das Zottenepithel wählen, als den Umweg erst durchs Drüsenepithel und dann erst im Drüsenlumen entlang nach dem freien Darme kommen.

Wie die Saumzellen, so zeigen auch die Becherzellen des Drüsenepithels Verschiedenheiten von denen des Oberflächenepithels, wie ich oben schon darlegte. Sie bestehen in Form, Zahl und Struktur dieser Zellen. Ich befinde mich in dieser Richtung im Gegensatze zu F. E. Schulze (315, 316), der sagt:

„In betreff der Form, des Baues und der sonstigen Eigentümlichkeiten der in diesem Drüsenepithel stehenden Becherzellen habe ich nur zu bemerken, dass sie durchaus mit den gleichen Gebilden des eigentlichen Darmepithels übereinstimmen. Auch hinsichtlich der Reichlichkeit des Vorkommens der Becherzellen richten sich die Becherzellen der Drüsen ganz nach dem Darmepithel. Bei der Katze scheinen sie im Dickdarme im Grunde der Drüsen reichlicher zu sein.“

Für die echte Drüsennatur der Darmeigendrüsen, spricht aber vor allem das Auftreten eigenartiger Zellen im Drüsengrunde, eine Tatsache, auf die schon Ellenberger hinwies, die aber erst genau bearbeitet worden ist durch Paneth, der eigenartige körnchenreiche Zellen fand und beschrieb, die nach ihm benannt wurden, die aber noch nicht bei allen untersuchten Tieren gefunden wurden. Aber auch bei diesen Tieren sind im Drüsengrunde Zellen, die sich von den übrigen Drüsenzellen unterscheiden.

Zahlreiche Autoren haben später die Paneth'schen Zellen in den Darmeigendrüsen gefunden und ihre Eigenschaften geschildert (s. oben). Diese Forscher ziehen daraus zum Teil auch den Schluß, daß durch das Vorkommen dieser eigenartigen Zellen die Drüsennatur der Darmeigendrüsen bewiesen sei, so tun dies z. B. Monti (237), Klein (173, 174), Zipkin (380), Möller (233), Renaut (279), Rauber (274) etc.

Die Drüsennatur der Glandulae intestinales propriae wird aber vor allem dadurch bewiesen, daß es gelungen ist festzustellen, daß sie ein Fermente enthaltenes Sekret liefern. Die Dünndarmdrüsen sondern, wie sicher festgestellt worden ist, ein Sekret ab, welches

ein saccharifizierendes Ferment, sowie Enserokinase und Erepsin enthält. Sie dürften auch bei der Bildung des Prosekretins eine Rolle spielen. Vorläufig bleibt die Frage ungelöst, welche Zellen bei der Bildung der Fermente etc. tätig sind. Daß die Becherzellen Mucin liefern, wird allgemein angenommen; ebenso muß man annehmen, daß die Paneth'schen Zellen bezw. die sonstigen Sonderzellen des Drüsengrundes besondere sekretorische Funktionen haben und daß sie vor allem Fermente bilden. Die obere Partie der Drüsen dürfte besonders der Zellproduktion dienen, also cellulipar sein; auch dürften sie noch eine Rolle bei der Aufsaugung und Assimilation, d. h. der Umwandlung der Peptone, Aminosäuren, Fettsäuren etc. spielen. Diese Drüsenpartie dürfte somit ähnlich funktionieren wie das Oberflächenepithel selbst, somit vielleicht als Ausführungsgang aufzufassen sein; danach würde die eigentliche Drüse da beginnen, wo der Saum verschwindet.

Endlich sei noch, gewissermaßen als letzter Trumpf, angeführt, daß die Darmeigendrüsen nach Voigt (353) auch nach ihrer Ontogenese als Drüsen aufzufassen sind. Über diesen Punkt möchte ich einen der eifrigsten Verfechter der Drüsennatur der Darmeigendrüsen, nämlich Oppel selbst reden lassen, der pag. 130/131 von Bd. IX (1899) der Ergebnisse der Anat. und Entw. über Voigts Resultate referierend, folgendes sagt, was ich deshalb hier wörtlich wiedergebe, nicht nur, weil es einer der berufensten Kenner dieser Verhältnisse sagt, sondern weil ich auf Grund meiner Untersuchungen zu denselben Resultaten gelangt bin:

„Eine weitere, wichtige Bedeutung haben die Voigt'schen Resultate insofern, als sie die Rehabilitation der Lieberkühn'schen Drüsen in ihrer Bedeutung als wirkliche Drüsen unterstützen. Denn damit, dass Voigt nachwies, dass sich die Lieberkühn'schen Drüsen auch in der Ontogenese wie andere tubulöse Drüsen bilden, liegt ein weiterer Beweis, dass diese Drüsen tatsächlich Drüsen sind.

Alles in allem haben wir heute erkannt, dass die Lieberkühn'schen Drüsen des Dünndarmes als Organe aufzufassen sind, welche sowohl in ihrer phylogenetischen und ontogenetischen Entstehung, als nach ihrem histiologischen Baue und ihrer physiologischen Tätigkeit die Charaktere von echten Drüsen tragen und welche mit Falten oder Krypten fernerhin nicht mehr verwechselt werden sollten.“

Zusammenfassung.

Am Schlusse meiner Arbeit möchte ich die Hauptergebnisse meiner vergleichenden Untersuchungen über das Epithel der Darmschleimhaut der Haussäugetiere in einigen Sätzen kurz zusammengedrängt anführen.

1. Es kommen Nester von Darmepithel im Magen und Magenepithelnester im Darme vor, welche aber ohne weiteres als solche zu erkennen sind.

2. Die zylindrischen Saumzellen und die schleimhaltigen Becherzellen sind zwei verschiedene Zellarten. Während die ersteren lediglich der Aufsaugung dienen, haben die Becherzellen nur sekretorische Funktionen und sind als einzellige Drüsen aufzufassen.

3. Außerdem gibt es bei gewissen Tieren noch eine dritte Zellart im Darmepithel, die sogenannten „Paneth'schen Körnchenzellen", welche echte sezernierende Drüsenzellen sind und mit den vorhergenannten Saum- und Becherzellen offenbar in keinem verwandtschaftlichen Verhältnisse stehen.

4. Die Form der zylindrischen Saumzellen wechselt

a) nach dem Fundorte; die auf den Zotten sitzenden sind stets höher und schlanker als die in den Drüsen oder am Grunde einer Zotte sitzenden;

b) nach dem Kontraktionszustande der Zotte.

5. Genaue, vergleichende Untersuchungen über Form, Gestalt und Größe der Zylinderzellen haben einen positiven Wert nur dann, wenn in gleichen Fixationsflüssigkeiten fixiertes und gleichgefärbtes Material von Tieren stammt, die in gleichem Alter und in gleichem Verdauungszustande sich befinden.

6. Zwischen den Zylinderzellen der Dünndarmoberfläche (Zotte) und denen der Dickdarmoberfläche scheinen in bezug auf die Zellgestalt erhebliche und konstante Unterschiede nicht zu bestehen.

7. Das Oberflächenepithel des Dünndarms unterscheidet sich, was die Größe der Zellen anbetrifft, von dem des Dickdarmes bei jeder Tierart, nur beim Hunde ist das Epithel in beiden Darmabschnitten gleich hoch. Die übrigen Haustiere zerfallen bezüglich dieser Frage

in 2 Gruppen, in solche Haustiere, bei denen das Oberflächenepithel im Dünndarm höher ist als im Dickdarm (Pferd, Esel, Schwein und Katze) und in solche, die im Dickdarme ein höheres Epithel als im Dünndarme zeigen (Rind, Kalb, Schaf und Ziege).

8. Die Breite der Saumzellen*) schwankt innerhalb geringer Grenzen sowohl in bezug auf Darmabschnitt als Tierart.

9. Die seitlichen Zellgrenzen der Saumzellen sind meist recht undeutlich.

10. Die dem Darmlumen zugekehrte Fläche der Saumzellen ist gegen den auf ihr sitzenden Cutikularsaum sehr deutlich abgesetzt, und sehr oft konvex hervorgewölbt.

11. Das der Zottenoberfläche aufsitzende Zellende ist verschieden geformt.

12. Eine echte Membran scheinen die Saumzellen nicht zu besitzen, vielmehr nur aus einem dichten, resistenten Endosarc und einem weichen, homogenen Ektosarc zu bestehen.

13. Zwischen den Saumzellen werden Intercellularbrücken beobachtet.

14. Die Kerne der Saumzellen der Oberfläche sind längsovaler Gestalt, die bei den einzelnen Tierarten gewisse Abweichungen zeigt, während die der Drüsenzylinderzellen rund und bläschenförmig sind. Der Kern erfüllt in den meisten Zellen die gesamte Breite der Zelle, seine Lage innerhalb der Zelle schwankt innerhalb gewisser, wenn auch geringer Grenzen, meist liegt er im Übergange des mittleren zum basalen Drittel.

15. Die Kerne der Drüsenzellen liegen meist etwas tiefer in den Zellen als in denen der Oberfläche, sodaß man vom Drüsenfundus ein allmähliches Emporrücken innerhalb der Zelle beobachten kann.

16. Bei seiner Teilung rückt der Kern außerhalb der Reihe mehr nach der Mitte der Zelle, wobei sich die Längsachse der Spindel senkrecht zur Längsachse der Zelle einstellt. Dabei färbt sich der sich teilende Kern intensiver als der ruhende.

17. Zahlreiche Messungen der Größe der Kerne der Zylinderzellen der Oberfläche ergaben im allgemeinen dieselben Verschiedenheiten wie bei den Zellen selbst. Daraus folgt, daß Pferd, Esel, Schwein und Katze im Dünndarme längere Kerne als im Dickdarme haben, während Rind, Kalb, Schaf und Ziege das umgekehrte Verhältnis zeigen. Beim Hunde sind die Kerne des Oberflächenepithels des Dünndarmes fast gleichhoch wie die des Dickdarmes.

18. Die Breite des Kernes ist bei den meisten Tieren im Dickdarme größer als im Dünndarme (so bei Pferd, Esel, Schaf und Rind), in beiden Darmabschnitten gleich oder fast gleich bei Kalb

*) Bezüglich der Nomenklatur möchte ich bemerken, daß man die zylindrischen Zellen als Saumzellen oder, namentlich in den Drüsen, als Hauptzellen bezeichnen kann. Das Wort „Zylinderzellen“ paßt nicht gut; zur Gruppe der Zylinderzellen gehören recht verschieden gestaltete Zellen, auch die Becherzellen.

und Ziege, während die beiden Fleischfresser Katze und Hund im Dickdarme schmälere Kerne haben als im Dünndarme.

19. Die Gestalt der bläschenförmigen, nahezu kreisrunden Kerne des Drüsenepithels ist fast überall die gleiche. Solche Verschiedenheiten wie im Oberflächenepithel kommen hier nicht vor.

20. Im großen und ganzen haben die Drüsenzellkerne den gleichen Umfang wie die Oberflächenzellkerne.

21. Fixation und Färbung sind von großem Einflusse auf die deutliche Sichtbarkeit der Kernmembran. Relativ am deutlichsten tritt sie bei Sublimatfixation und Heidenhain'scher Färbung hervor.

22. Der schwach gefärbte Kernleib zeigt bei allen Haustieren eine ganz schwache Körnelung und mehrere sehr stark gefärbte Nukleoli, die oft durch ein Fadengerüst miteinander verbunden sind.

23. Kernteilungsfiguren beobachtet man fast nur in den Drüsen, nur ganz selten auf den Zotten.

24. Der von Gravenhagen auf der Zottenspitze beobachtete Porus (Stoma) ist zweifelsohne ein Kunstprodukt.

25. Das Protoplasma der Saumzellen, insonderheit der Oberfläche, ist nicht homogen, sondern läßt verschiedene Zonen erkennen; besonders deutlich tritt die Zonenbildung bei Pferd und Esel zwischen Kern und Saum hervor. Das Epithel zeigt in seiner Gesamtheit eine Längsstreifung; diese ist der Ausdruck der Tatsache, daß die Zellen eine periphere Mantelpartie besitzen, die sich optisch anders verhält als der axiale Teil. Die Streifung des Epithels ist am deutlichsten an der Zottenbasis, auf der Zottenhöhe aber sehr diffus.

26. Längsstreifungen und Zonenbildungen des Epithels, hervorgerufen durch verschiedenen Bau des Protoplasmas sind an den Drüsenepithelien nicht, höchstens ganz nahe der Oberfläche, aber auch da nur ganz schwach zu beobachten.

27. Die Saumzellen des Dünndarmes, insonderheit die der Zotten, enthalten zu gewissen Zeiten in Osmiumsäure sich schwarz färbende, also aus Fett bestehende Tröpfchen von verschiedensten Dimensionen. Es handelt sich hier um aufgesaugtes Fett, beziehentlich um in Fett rückverwandelte Fettkomponenten, nicht etwa um die in fast allen Zellen vorhandenen, für die Zellarbeit nötigen Fetttröpfchen nahe dem Kern.

28. Die Becherzellen heben sich scharf, sowohl im gefärbten, als im ungefärbten Zustande von den Saumzellen ab.

29. Im allgemeinen haben die Becherzellen die Gestalt von Rotationskörpern, erscheinen daher in der Aufsicht als Kreise. Ihre Form schwankt innerhalb weiter Grenzen, und zwar a) nach dem Sekretionszustande. Sekretleere und sich erst im Anfange der Sekretion befindende Becherzellen sind schmal, seitlich nicht oder kaum ausgebaucht, während sekretgefüllte stark ausgebaucht, fast kugelig sind. b) nach ihrem Sitze. Die Becherzellen auf den Zotten zeigen im allgemeinen eine ausgesprochene Becherform, während die Becherzellen der Drüsen, besonders die in deren Fundus sitzenden, mehr von abgestumpft-prismatischer Form mit einer breiten der Propria

mucosae zugekehrten Basis sind. Die Becher des Dickdarmes sind stärker ausgebaucht als die des Dünndarmes und fast kugelig.

30. Über Formschwankungen, die abhängig sind von der Tierart, lassen sich präzise Angaben nicht machen.

31. Die Höhe der Becherzellen ist analog der der Zylinderzellen. Demgemäß sind die Becherzellen der Darmeigendrüsen niedriger als die der Zotten.

32. Auch bei den Becherzellen ergaben zahlreiche Messungen, daß wie bei den Saumzellen und deren Kernen bei Pferd, Esel, Schwein und Katze die Epithelzellen im Dünndarme höher sind als im Dickdarm, während der Hund in beiden Darmabschnitten etwa gleich hohes Epithel, die Wiederkäuer aber im Dickdarme ein höheres Epithel als im Dünndarme haben.

33. Das mehr oder weniger zahlreiche Vorkommen der Becherzellen schwankt innerhalb sehr weiter Grenzen. Es ist abhängig von der Tierart, vom Verdauungsstadium und vom Sitze, ob Oberflächenepithel oder Drüsenepithel, ob Drüsenepithel des Dünn- oder Dickdarmes, und zwar meist in dem Sinne, daß das Oberflächenepithel bedeutend ärmer ist an Becherzellen als das Drüsenepithel, daß aber im Drüsenepithel bei allen Tieren in allen Darmabschnitten ein großer Reichtum an Becherzellen besteht, der seinen Höhepunkt in den Drüsenschläuchen des Dickdarmes erreicht.

34. Das Alter der Tiere scheint keinen Einfluß auf die Reichlichkeit des Vorkommens zu haben.

35. Im oberen Teile der Drüsen kommen mehr Becherzellen als gegen den Drüsengrund und in demselben vor. In der Nähe von Peyer'schen Platten oder Einzelfollikeln scheint in der Regel eine Anreicherung von Becherzellen zu bestehen.

36. Gelegentlich der Anwesenheit von Darmparasiten fand Hoyer eine Verminderung, ich eine Vermehrung der Becherzellen.

37. Der Zelleib der Becherzellen besteht aus zwei Abschnitten, dem überm Kerne gelegenen, im sekretgefüllten Zustande die Mucingranula in dichter Lagerung enthaltenden Abschnitte, und dem kernhaltigen basalen protoplasmatischen Teile, dem Zellfuße. Vom basalen Teile setzt sich das Protoplasma netzartig in den mucinhaltigen Teil fort und bildet so die intergranuläre retikulierte Substanz. Außerdem bildet sie das Ektoplasma, die Theka der Becherzellen.

38. Größe und Gestalt des protoplasmatischen Abschnittes sowie die des Bechers und ihr gegenseitiges Verhalten richten sich ganz nach dem Funktionszustande der Zellen und nach ihrem Sitze. Schlanke, knospenförmige Becherzellen, wie wir sie besonders im Oberflächenepithel der Zotten finden, besitzen einen deutlich abgegrenzten Protoplasmaleib. Sekretgefüllte, also „geladene" Becher breiten sich auf Kosten des Protoplasmateiles und der benachbarten Zylinderzellen dermaßen aus — wie wir es besonders in den Dickdarmdrüsen sehen — daß unter dem nach der Tiefe gedrängten Kerne kaum noch ein protoplasmatischer Fuß zu bemerken ist.

Frische, nicht fixierte Becherzellen sind erfüllt mit mattglänzenden Körnern in heller zäher flüssiger Grundsubstanz, das Sekret ist normalerweise also in Form von Tröpfchen vorhanden. Fixierte Becherzellen zeigen jene Tröpfchen seltener als nichtfixierte. Das dann in den Becherzellen zu beobachtende Netzwerk ist durch die Fixation entstanden. Es ist die interzellulare, retikulierte Substanz, das sonst schwer sichtbare intergranuläre Protoplasma. Es können aber auch die unter dem Einfluß der Fixation zerflossenen Mucingranula sein, welche diese Fäden bilden, oder Schleimmassen, die sich auf die Protoplasmafäden auflagern und gerinnen.

40. Typische Sekretgranula zeigen wahrscheinlich nur junge, am Anfang der Sekretion stehende Becherzellen. Bei lebhafterer Sekretion fließen die Sekretgranula wahrscheinlich schon intra vitam zusammen und bilden jene, oft zum Stoma der Becherzellen büschelartig hervorragenden Schleimpfröpfe.

41. Keine der zahlreichen angewandten Fixationsflüssigkeiten fixiert die Sekretgranula der Becherzellen so gut wie die konzentrierte, wässerige Pikrinsäure. Nächst dieser ist es die Metzner'sche Flüssigkeit, welche den granulären Charakter des Becherzellensekretes sehr schön erhält.

42. Die Tingierbarkeit des Becherzellensekretes ist abhängig von der Beschaffenheit des Sekretes und von der Fixationsflüssigkeit.

43. Als sehr gute Schleimfarben bewährten sich Muchaemateïn, Delafield'sches Hämatoxylin, Friedländer'sches Haematoxylin, Haematoxylin nach Heidenhain, Vanadium-Haematoxylin, Glycerinalaun-Haemateinlösung, Mucikarmin, Dahlia, Fuchsin, Gentianaviolett, Jodgrün, (polychromes) Methylenblau, Methylgrün, Methylviolett, Neutralrot, Phenylen- (Bismarck) Braun, Safranin, Thionin, Toluidinblau. Einige, besonders basische Teerfarben färben metachromatisch. Daher unterscheidet man zwischen metachromatischen Teerfarbstoffen und solchen mit großer Affinität. Dabei spielen Fixation und Differenzierung des Schnittes eine große Rolle.

44. Das Alter des Schleimes hat einen gewissen Einfluß auf die Färbung.

45. Die reifen Becherzellen besitzen an ihrem lumenseitigen Ende eine Öffnung, ein Stoma. Das fertige Zellsekret besteht offenbar nicht nur aus Schleim, sondern enthält ein Gemenge verschiedener, wenn auch nahe verwandter Stoffe.

47. Die Kerne der Becherzellen besitzen eine verschiedene Gestalt. Diese richtet sich im wesentlichen nach dem Sekretionszustande der Becherzellen. Schmale, schlanke, knospenförmige Becherzellen haben meist einen länglichen, ovalen Kern, morphologisch kaum von dem der benachbarten Zylinderzellen differenziert. Sekretgefüllte Becherzellen haben einen mehr polyedrischen, stark sekretgefüllte einen plattgedrückten, schüssel-, teller-, halbmond-, ja sichelförmigen Kern.

48. Die Kerne der Becherzellen färben sich intensiver als die der Zylinderzellen.

49. Regelmäßig liegen die Kerne der Becherzellen in einem tieferen Niveau als die der Saumzellen.

50. Ob die Becherzellen eigene selbständige Zellen, einzellige Drüsen sui generis sind, oder ob sie vielleicht auf chemotaktischen Reiz aus den Zylinderzellen entstehen, ist auch jetzt noch zweifelhaft. Ich stehe auf dem erstgenannten Standpunkte.

51. Zweifellos steht fest, daß die Becherzellen die Aufgabe haben, Schleim zu sezernieren; ob sie daneben noch andere Funktionen haben, ist zweifelhaft.

52. Außer den zylindrischen Saum- und den mucinhaltigen Becherzellen gibt es bei gewissen Tieren noch eine dritte Epithelart in der Darmschleimhaut, die Paneth'schen Zellen (Funduszellen). Diese Zellen finden sich bei gewissen Tieren im Fundus der Darmeigendrüsen des Dünndarmes, ausnahmsweise auch des Coecums. Sie liegen meist zu mehreren im tiefsten Grunde, es gibt aber auch einzelne Körnchenzellen, die weiter oben in der Drüse zwischen gewöhnlichen Drüsenepithelzellen liegen.

53. Festgestellt wurde bisher das Vorkommen Paneth'scher Zellen beim Menschen, dem Rhesusäffen, der Fledermaus, dem Kaninchen, dem Hamster, dem Meerschweinchen, der Maus, der Ratte, dem Eichhörnchen, dem Murmeltiere, dem Rinde, dem Schafe, dem Pferde, dem Esel und dem Schnabeltiere.

54. Am besten und bei allen Tieren am gleichmäßigsten wurden die Körnchen der Paneth'schen Zellen fixiert von der 1% Osmiumsäure. Sehr gute Resultate erzielte ich ferner mit der Flemming'schen Lösung, der Altmann'schen, der Orth'schen und der Zenker'schen Flüssigkeit, sowie der konzentrierten wässerigen Pikrinsäure.

55. Heißgesättigte konzentrierte Sublimatlösung fixierte die Granula bei der Maus, nicht aber bei Pferd und Esel. Da sich betreffs der Sublimatlösung in dieser Beziehung ohnedies Widersprüche in der Literatur finden, glaube ich aus diesem Befunde nicht schließen zu müssen, daß die bei den Einhufern gefundenen Körnchenzellen andere Gebilde sind als Paneth'sche Zellen.

56. Die Granula der Paneth'schen Zellen färben sich mit Kernfarbstoffen, wie Delafield'sches, Weigert'sches Haematoxylin, Methylgrün, Methylenblau, Safranin, Fuchsin etc., ferner mit sauren Farben wie Eosin, Ehrlich's Dreifarbgemisch, Kongorot, Säurefuchsin usw. und mit Schleimfarben, wie Mucikarmin, Delafield'sches Haematoxylin, Safranin, Methylenblau usw.

57. Die Granula der Paneth'schen Zellen sind als Sekretgranula anzusehen. Die Darmeigendrüsen liefern außer Zellen und Mucin auch Enzyme, vor allen Dingen ein amylolytisches Enzym, ferner die Enterokinase und das Erepsin. Es ist zweifellos, daß die Paneth'schen Zellen außer Mucingranula noch andere Granula enthalten. Es kann auch sein, daß die Granula sich aus verschiedenen Substanzen zusammensetzen oder die Zellen verschiedene Granula produzieren. Die Paneth'schen Zellen gehören zu den seromukösen Zellen, die außer Mucin noch ein seröses enzymhaltiges Sekret liefern.

58. Es ist zwar meist der Fall, gehört aber nicht zum ausschließlichen Charakteristikum, daß die Paneth'schen Körnchenzellen Körnchen enthalten, es gibt auch Stadien, wo nur ein Netzwerk in den Zellen zu finden ist.

59. In frischem Zustande enthalten die Paneth'schen Zellen in ihrem Protoplasma mäßig, nicht so stark wie Fett, lichtbrechende Tröpfchen von verschiedener Größe, von denen die Mehrzahl größer ist als die Tröpfchen beziehentlich Körnchen der Becherzellen. Die Körnchen finden sich meist in der lumenseitigen Partie der Zelle, werden aber auch im freien Lumen der Drüse gefunden. Der basale protoplasmatische Zellabschnitt enthält weniger oder keine Granula, steht mit dem intergranulären Protoplasma in direkter Verbindung.

60. Die Gestalt der Paneth'schen Zellen ist meist pyramidenförmig, da sie den Fundus der Drüsen auskleiden.

61. Die Paneth'schen Zellen sind unter den Zellarten des Darmepithels die größten.

62. Bei mit Osmiumsäure event. auch bei mit konzentrierter, wässeriger Pikrinsäure fixierten Präparaten lagen die Granula in vom übrigen Protoplasma abgeschiedenen Vakuolen. Ich bin geneigt, diese Erscheinung auf die Fixation zurückzuführen.

63. Der Kern der Paneth'schen Zellen wird durch die Granula nicht gegen die Basis gedrängt, wie bei den Becherzellen, sondern ist oft von den Körnchen rund herum umgeben, oft liegt basal vom Kern noch ein Stück granulafreies Protoplasma. Der Kern ist aber oft nicht zu sehen, weil er durch die zahlreichen, stark gefärbten Granula verdeckt wird.

64. Das Vorkommen von Sekretkörnchen im freien Lumen deutet darauf hin, daß das reife ausgeschiedene Sekret ebenfalls aus Körnchen besteht, daß die Körnchen also nicht oder nicht immer intrazellulär zerfließen.

65. Trotz Anwendung möglichst vieler Methoden, besonders solcher, mit denen andere Forscher bei anderen Tieren Paneth'sche Körnchen fanden, konnte ich unter den Haustieren nur bei Pferd, Esel und Schaf Paneth'sche Zellen finden.

66. Neu fand ich die Anwesenheit der Paneth'schen Körnchenzellen außer beim Esel noch beim Hamster.

67. Die Größe der Granula schwankt innerhalb der Tierart innerhalb solcher Grenzen, daß sich genaue zahlenmäßige Angaben über Größenverschiedenheiten bei den Tieren nicht machen lassen.

68. Die Größe der Granula hängt auch von der Art der Fixation ab. Fixation mit konzentrierter, wässeriger Pikrinsäure ergab bei ein und demselben Tiere kleinere Granula als bei anderen Fixationen.

69. Der Kern der Paneth'schen Zellen liegt meist quer zur Längsachse der Zellen und ist meist stark chromophil. Er ist nicht so platt wie der der Becherzellen, sondern ähnelt denen der Zylinderzellen. In der Regel haben die Kerne der Paneth'schen Zellen ein einziges, großes, kugelrundes Kernkörperchen.

70. Das Vorkommen der Paneth'schen Zellen bei nur herbivoren Tieren, mit Ausnahme allerdings der Fledermaus, läßt darauf schließen, daß sie mit der Verdauung pflanzlicher Nahrung in engem Zusammenhang stehen.

71. Bei der Maus fand ich in einigen wenigen Präparaten vom Coecum Paneth'sche Zellen, vermißte sie aber im Coecum der Haustiere. Im Kolon und Rectum fehlten sie stets.

72. Von Kultschitzky beobachtete Epithelzellen besonders der Oberfläche, mit acidophilen Granulationen, die besonders an der dem Lumen abgewendeten Basis liegen, habe ich nicht beobachtet.

73. Die in oder zwischen den Epithelien vorkommenden Wanderzellen gehören zu den mononukleären Leukozyten, die aus dem interglandulären oder dem Zottengewebe, oder vielleicht aus den Lymphknötchen und Lymphknötchenplatten stammen. Nach meiner Ansicht liegen sie nicht nur inter- sondern auch intrazellulär.

74. Außer den mononukleären Leukozyten kommen, wenn auch bedeutend seltener, auch acidophile Körnchenzellen im Epithel vor.

75 Für die Drüsennatur der Darmeigendrüsen, in erster Linie der des Dünndarmes, sprechen nach meiner Ansicht a) die Unterschiede zwischen den Saumzellen der Oberfläche und denen der Drüse in bezug auf ihre Größe, Gestalt und Struktur, und das allmähliche Verschwinden des Stäbchensaumes auf den Drüsenzellen, b) das zahlreiche Vorhandensein von Kernteilungsfiguren, c) das Vorkommen spezifischer, nachweislich sezernierender Zellen im Grunde der Darmeigendrüsen des Dünndarmes, d) das enzymhaltige Darmsekret.

Meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Geheimen Rat Professor Dr. med. et phil. Ellenberger gestatte ich mir, am Schlusse meiner Arbeit meinen herzlichsten Dank auszusprechen für die gütige Überlassung dieses Themas, sowie für die nie ermüdende, mir durch Jahre hindurch gewährte, gütige Unterstützung und den stets bereitwilligst erteilten Rat.

Nicht minder zu Dank verpflichtet bin ich Herrn Professor Dr. Otto Zietzschmann in Zürich, ehemaligen Assistenten am Physiologischen Institute, der mich die Grundbegriffe der histiologischen Technik lehrte, sowie Herrn Dr. Alfred Trautmann, jetzigem Assistenten am Physiologischen Institute, der mich nicht nur in die neuere, feinere histiologische Technik bereitwilligst einführte, sondern sich auch durch steten Rat und Unterstützung bei besonders technischen Schwierigkeiten mich zu größtem Danke verpflichtete. Beiden Herren sei hiermit mein bester Dank ausgesprochen.

Literatur.

1. Albini, G., Sulla tunica muscolare dell' intestino del cane. Rendiconti della R. Accademia di Scienze fisiche e matematiche di Napoli. Dicembre 1885.
2. Albini e Renzone, Osservazioni e ricerche sul epitelio intestinale. Ebenda, 1868.
3. Arcangeli, A., I cambiamenti dell' epitelio intestinale de Box salpa (L.) durante l'assorbimento. Arch. Ital. di Anat. e di Embriol. Vol. V. Pag. 150—176. 1906.
4. Arnstein, Die Methylenblaufärbung als histiologische Methode. Anat. Anz. Bd. II. 1887.
5. — Ueber Becherzellen und ihre Beziehungen zur Fettresorption und Sekretion. Virchows Archiv Bd. XXXIX. Pag. 527. 1867.
6. Auerbach, L., Ueber einen Plexus myentericus, Breslau 1862.
7. — Organologische Studien, Heft 1. Zur Charakteristik und Lebensgeschichte der Zellkerne. Breslau 1874.
8. Balogh, C., Das Epithelium der Darmzotten in verschiedenen Resorptionszuständen. Moleschott's Unters. zur Naturlehre des Menschen und der Tiere. Band VII. Pag. 556—580.
9. Bartujeff, Nerven des Dünndarms. Referiert von Lukjanow in Schwalbes Jahresbericht der Fortschritte d. Anat. 1891.
10. Basch, S., von, Ueber Becherkerne. Med. Zentralblatt, Jahrg. VII. 1869. Pag. 321/22.
11. — Das Zottenparenchym und die ersten Chyluswege. Sitzungsbericht der Wiener Akademie. Bd. LI. Mat. naturw. Klasse II. 1865. Pag. 426.
12. — Bemerkungen über die Beiträge zur Fettresorption und histiolog. Struktur der Dünndarmzotten von Prof. L. von Thanhofer. Pfügers Arch. für Physiol. Bd. IX. 1874. Pag. 247—249.
13. Beguin, L'intestin pendant le jeune et l'intestin pendant la digestion. Études faites sur le Crapaud de Jongs et le lezard des Murailles. Arch. d'Anat. micrr. Tom. VI. 1904. Fasc. 4. Pag. 385—454. Referate in Zeitschr. f. wissensch. Mikrosk. Bd. XXI. Pag. 515 und in Ergebn. d. Anat. u. Entw. Bd. XIV. Pag. 70.
14. Bensley, R. R., Concerning the glands of Brunner. Anat. Anz. Bd. XXIII. Nr. 20, 21, 1903. Pag. 497—507.
15. — The Structur of the Glands of Brunner. The decenial publications. University of Chigaco Vol. X. 1903. Pag. 279—326.
16. Bentkowski, K., Beiträge zur Histiologie der Schleimhaut des Magens und des Duodenums. Medizin. Zeitung 1871. Nr. 14, 15, 17 und 18.
17. Berdal, H., Nouveaux éléments d'histiologie normale. Paris 1894.

18. Berkly, H. J., The Nerves and Nerves Endings of the Moucous Layer of the Ileum as shown by the rapid Golgi Method. Anat. Anz., Jahrg. VIII. 1893. Pag. 12—19.

19. Biedermann, W., Untersuchungen über das Magenepithel. Sitzungsbericht der Wiener Akademie der Wissenschaft. Math. naturw. Klasse. Bd. LXXI. 1875. Pag. 377—398.

20. — Zur Histiologie und Physiologie der Schleimsekretion. Ebenda Bd. XCIV. Abt. III. 1886. Pag. 250.

21. Bienenfeld, B., Das anatomische Verhalten der Muscularis mucosae in Beziehung zu ihrer physiologischen Bedeutung. Arch. für die gesamte Physiologie. Bd. XCVIII. Heft 7—8. 1903. Pag. 398—401.

22. Billroth, Th., Einige Beobachtungen über das ausgedehnte Vorkommen von Nervenanastomosen im Tractus intestinalis. Müllers Arch. für Anat. und Physiol. 1858. Pag. 148—158.

23. Bischoff, Th. L. W., Ueber den Bau der Magenschleimhaut. Ebenda 1838. Pag. 503.

24. Bizzozero, G., Ueber die Regeneration der Elemente der schlauchförmigen Drüsen und des Epithels des Magendarmkanals. Anat. Anz. Jahrg. III. 1888. Nr. 26. Pag. 781—784.

25. — Ueber die schlauchförmigen Drüsen des Magendarmkanals und die Beziehungen ihres Epithels zu dem Oberflächenepithel der Schleimhaut. 1. Mitteilung. Arch. für mikrosk. Anat. Bd. XXXIII. 1889. Pag. 216—46.

26. — Ueber die schlauchförmigen Drüsen etc. etc. 2. Mitteilung. Ebenda Bd. XL. 1892. Pag. 325—375.

27. — Ueber die schlauchförmigen Drüsen etc. etc. 3. Mitteilung. Ebenda Bd. XLII. 1893. P. 82—152.

28. — Sulle ghiandole tubulari del tubo gastro-enterico e sui rapporti del loro epitelio coll' epitelio di revestimento della mucosa. Nota 1. Atti della R. Accademia delle Szienze di Turino. Tom XXIV. 1888—89. Pag. 110—137.

29. — Sulle ghiandole etc. etc. Nota 2. Ebenda Bd. XXVII. 1891—92. Pag. 14—34.

30. — Sulle ghiandole etc. etc. Nota 3. Ebenda Bd. XXVII. 1891—92. Pag. 320—347.

31. — Sulle ghiandole etc. etc. Nota 4. Ebenda Bd. XXVII. 1891—92. Pag. 891—903.

32. — Sulle ghiandole etc. etc. Nota 5. Ebenda Bd. XXVII. 1891—92. Pag. 988—1004.

33. — Sulle ghiandole etc. etc. Nota 7. Ebenda Bd. XXVIII. 1892—93. Pag. 233—241.

34. — Sulla rigenerazione dell'epitelio intestinale nei pesci. Atti accad. sc. Torino. Bd. XXXVIII. 1902—03. Pag. 956—978.

35. — Sur la régénération de l'épithelium chez les poissons. Arch. Ital. Bde iol. Bd. XLI. Fasc. 2 1904. Pag. 233—245.

36. — e Vassale, Sulla produzione e rigenerazione fisiologica degli elementi ghiandolari. Arch. per le szienze med. Bd. XI. 1887. Pag. 196—254.

37. — e — Ueber die Erzeugung und physiologische Regeneration der Drüsenzellen bei den Säugetieren. Virchows Arch. Bd. CX. 1887. Pag. 155—215.

38. Bloch, C. E., Studien über Magendarmkatarrh bei Säuglingen. Jahrb. f. Kinderheilk. neue Folge Bd. LVIII. Heft 5. Pag. 733—94. 1903

39. — Anatomische Untersuchungen über den Magendarmkanal des Säuglings. Ebenda Bd. LVIII. Ergänzungsheft. Pag. 121—74. 1903.

40. Bloch, C. E., Die Säuglingsatrophie und die Paneth'schen Zellen. Ebenda Bd. LIX. Pag. 1. 29. 1904.

41. Boehm, De glandularum intestinalium structura penitiori. Berlin 1835.

42. — Die kranke Darmschleimhaut in der asiat. Cholera. Berlin 1838.

43. Boehm-Bavidoff, Lehrbuch der Histiologie des Menschen. Wiesbaden 1895.

44. — Dasselbe. 2. Auflage. Wiesbaden 1898.

45. Boehm und Oppel, Taschenbuch der mikroskopischen Technik. 1890 und 1904.

46. Bogomolez, A. A., Beitrag zur Morphologie und Mikrophysiologie der Brunner'schen Drüsen. Arch. für mikroskop. Anat. Band LXI. Pag. 56—66. 1903.

47. Dubois, C. C., Granule Cells in the Mucosa of the Pig's Intestin. Anat. Hefte Band XXV. Nr. 1. 1904. Referat in Zeitschr. für wissensch. Mikroskopie. Band XXI.

48. Bonnet, R., Ueber die Schlußleisten der Epithelien. Deutsch. med. Wochenschr. 1895.

49. Brand, E., Die Chylusresorption in der Dünndarmschleimhaut. Biol. Zentralbl. Bd. IV. Pag. 609—12. 1884.

50. Brass, Kurzes Lebrbuch der normalen Histiologie des Menschen und typische Tierformen. Leipzig 1888.

51. Braun, Untersuchungen über das Tegument der Analöffnung. Inaug. Diss. Königsberg 1901.

52. Breiter, W. und Frey, H., Zur Kenntnis der Ganglien in der Darmwand des Menschen. Zeitschr. für wissenschaftl. Zoologie. Pag. 125—34. 1862.

53. Brettauer u. Steinach, Untersuchungen über das Zylinderepithel der Darmzotten. Sitz.-Bericht der Akad. der Wissensch. in Wien. Bd. XXIII. 1857.

54. Bruch, Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Dünndarmschleimhaut. Zeitschr. für wissenschaftl. Zoologie. Bd. IV. 1853.

55. Brum, A. von, Verdauungsorgane. Ergebnisse der Anatomie und Entwicklungsgeschichte. Bd. III. 1893.

56. Bruecke, E, Ueber ein in der Darmschleimhaut aufgefundenes Muskelsystem. Sitzungsber. der Akad. der Wissenschaften zu Wien. Mathem. naturwissenschaftl. Klasse. Bd. VI. Pag. 214—19. 1851.

57. — Ueber den Bau und die physiol. Bedeutung der Peyer'schen Drüsen. Denkschr. der Wiener Akad. der Wissensch. Bd. II. Pag. 20—26. Wien 1851.

58. Bruecke, E., Ueber die Aufsaugung des Chylus aus der Darmhöhle. Sitzungsbericht der Wiener Akademie. Bd. IX. 1852. Pag. 900—902.

59. — Wiener Wochenschrift 1855. Nr. 24, 25, 28, 29, 32.

60. — Ueber die Chylusgefäße und die Resorption des Chylus. Denkschriften der Wiener Akademie. Bd. VI. 1854. Pag. 9—136.

61. Vorlesungen über Physiologie. 3. Auflage. Wien 1881.

62. Bruyne, de, De la présance du tissu réticulé dans la tunique musculaire de l'intestin. Compt. rend. de l'académie des sciences. Band CXIV. Paris 1891. Pag. 865—68.

63. Budge, Physiologie des Menschen.

64. Carlier, E. W., On intercellular bridges in columar epithelium. La cellule Bd. XI, 1896. Pag. 261—69.

65. Carus, Lehrbuch der vergleichenden Zootomie. Lips. 1834.

66. Catanio, G., Istologia e sviluppo del tubo digerente dei pesci. Atti della soc. Ital. di science naturalie. Bd. LXXX. Milano 1886.

67. Chaput, Anatomie de villosités intestinales. Bul. de la Soc. anat. de Paris. Serie V. Bd. V. 56. Jahrgang 1891. Pag. 100.

68. Chauveau, A., — Arloing, Traité d'anatomie comparée des animaux domestiques. Paris 1890.

69. Clado, Appendice coecale etc. in Compt. rend. de la Société de Biologie. Serie 9. Bd. IV. 1892.

70. Cloëtta, Beiträge zur mikroskopischen Anatomie des Vogeldarmes. Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. XCI. 1893.

71. Cohn, Th., Ueber Intercellularbrücken und Kittsubstanz. Merkel u. Bonnet's anat. Hefte. 1. Abteilung. 15. Heft, 1895. Pag. 295—333.

72. Colin, Traité de physiologie, comparée des animaux. Paris 1880.

73. Davidoff, M. von, Untersuchungen über die Beziehungen des Darmepithels zum lymphoiden Gewebe. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXIX. 1887. Pag. 509.

74. Deimler, K. M., Vergl. Untersuchungen über die Pylorusdrüsenzone des Magens und die Duodenaldrüsenzone des Darmkanals der Haussäugetiere. Inaug.-Diss. Zürich 1904. 160 Seiten.

75. Dobbertin, R., Ueber die Verbreitung und Anordnung des elast. Gewebes in den Schichten des gesamten Darmkanales. Gekrönte Preisschrift der med. Fakultät zu Rostock. 1896.

76. Dönitz, Ueber die Schleimhaut des Darmkanales, Reichert's Arch. für Anat. und Physiol. 1864. Pag. 307—406.

77. — Ueber die Darmzotten. Ebenda. 1866. Pag. 757—762.

78. Donders, Bijdrage dot den fijneren bouw en de verrigting der dunne darmen. Neederlandsch Lancet. 3. Serie. 2. Jahrgang. Pag. 546—552. Gravenhage 1852—1853.

79. — Ueber die Aufsaugung von Fett im Darmkanal in Moleschotts Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen und der Tiere. Bd. II. Pag. 102—118. 1857.

80. — Lehrbuch der Physiologie 1856. 1. Auflage.

81. — Dasselbe, 2. Auflage 1859.

82. Drago, U., Cambiamenti di forma e di strutura dell' epitelio intestinale durante l'assorbimento dei grassi. Ricerche fatte nel Lab. di anat. norm. della R. Univ. di Roma e in altri labor. biol. Vol. VIII. Pag. 65—69. 1900.

83. — Relazione fra le ricenti ricerche istologiche e fisiologiche sul apparechio digerente e lo assorbimento intestinale. Rassegna internationale della medizina moderna. Anno I. Nr. 4—5. Cattania. 1900.

84. — Lo stato attuale della Dottrina della assorbimento intestinale e il vitalismo moderno. Ebenda. Anno II. Nr. 12. 1901.

85. Eberth, C., Ueber den feineren Bau der Darmschleimhaut. Würzburger naturwiss. Zeitschrift. Bd. V. Pag. 171.

86. Ebner, von — Kölliker, Handbuch der Gewebelehre des Menschen. 6. Auflage. Bd. III. Lips 1899.

87. Edinger, L., Ueber die Schleimhaut des Fischdarmes, nebst Bemerkungen zur Phylogenese der Drüsen des Darmrohres. Arch. für mikr. Anat. Bd. XIII. 1876. Pag. 651—692.

88. Ehrlich, P., Arch. für mikrosk. Anat. Bd. XIII. 1876.

89. — Arch. f. Anat. und Physiologie. Physiol. Abteilung. 1879. Pag. 167—562.

90. — Verhandlungen der Physiolog. Gesellschaft in Berlin 1879.

91. Eimer, Th., Zur Geschichte der Becherzellen, insbesondere derjenigen der Schleimhaut des Darmkanals. Inaug.-Diss. Hirschwald, Berlin 1868.

92. Eimer, Th., Neue und alte Mitteilungen über Fettresorption im Dünn- und Dickdarm. Biolog. Zentralbl. Bd. IV. 1884.

93. — Ueber Becherzellen, Virchows Arch. Bd. XLII. Pag. 480—545. 1888.

94. Ellenberger, W., Ueber eosinophile Körnchenzellen usw. Arch. für wissensch. und prakt. Tierheilkunde. Bd. XI. 1885.

95. — Handbuch der vergl. Histologie und Physiologie der Haussäugetiere. Bd. I. Histologie. Berlin 1884.

96. — Grundriß der vergl. Histologie der Haustiere. Berlin, Parey 1888.

97. Ellenberger und Günther, Grundriß der vergl. Histologie der Haussäugetiere. 2. Aufl. Berlin 1901.

98. — Grundriß der vergl. Histologie der Haussäugetiere. 3. Aufl. Berlin 1908.

99. Ellenberger-Baum, Handbuch der vergl. Anat. der Haustiere. 11.—13. Auflage 1901—1909. Berlin, Hirschwald.

100. Encyklopaedie der mikroskop. Technik mit besonderer Berücksichtigung der Färbelehre. Herausgegeben von Ehrlich, Krause, Mosse, Rosin, Weigert. 1903. Berlin-Wien.

101. Erdmann, Beobachtungen über die Resorptionswege in der Schleimhaut des Dünndarmes. Inaug.-Diss. Torpat. 1867.

102. Ernst, Ueber die Anordnung der Blutgefäße in den Darmhäuten. Zürich. Inaug.-Diss. 1851.

103. Exner, A., Wie schützt sich der Verdauungsapparat vor Verletzungen durch spitze Fremdkörper? Arch. für die gesamte Physiologie. Bd. LXXXIX. Pag. 253—80. Bonn 1902.

104. Fasce, In Journal de l'anat. et de la physiologie. I. Pag. 623.

105. Filimowski, L., Ueber die Veränderungen innerhalb der Darmepithelschicht von Embryonen auf der Grenze zwischen Magen und Duodenum. Anz. der Akad der Wissenschaft in Krakau, Aprilheft 1900. Pag. 156—57.

106. Flemming, Notizen für Färbetechnik. Zeitschrift für wissensch. Mikroskopie 1885. Pag. 517—19.

107. Fles, J. A., Handl t. d. stelselm Ontleekunde von dem Mensch. 2. Auflage 1865.

108. — Onderzoekingen over de histologische Zammenstelling der Vlogjes van het Darmkanal. Vorloopige Nededeeling. Uttrecht 1885.

109. Flesch, Bemerkungen zur Kritik der Tinktionspräparate. Zeitschr. für wissensch. Mikr. Bd. II. 1865. Pag. 464.

110. Fortunatow, Ueber die Fettresorption und histol. Struktur der Darmzotten. Pflügers Arch. für Physiologie. Bd. XIV. 1877. Pag. 285—290.

111. Frank-Martin, Handbuch der Anatomie der Haustiere. Stuttgart 1892.

112. Frenzel, J., Beiträge zur vergl. Physiologie und Histologie der Verdauung. 1. Mitteilung: Der Darmkanal der Echinodermen. Arch. für Anat. und Physiol. physiol. Abteilung 1892.

113. — Ueber den Darmkanal der Crustaceen nebst Bemerkungen zur Epithelregeneration. Arch. für mikr. Anat. Bd. XXV.

114. Frerichs und Frey: Artikel „Verdauung" in Wagners Handbuch der Physiologie. Bd. II. Pag. 738—55.

115. Frey, H., Ueber die Lymphgefäße der Kolonschleimhaut. Viertelj.-Schrift der Züricher Naturf. Gesellsch. Bd. VII. 1862.

116. Frey, H., Die Lymphgefäße der Kolonschleimhaut. Zeitschr. für wissensch. Zoologie. Bd. XII. 1863.

117. — Ueber die Chylusgefäße der Dünndarmschleimhaut. Ebenda, Bd. XIII. 1863.

118. — Ueber die Lymphbahnen der Peyer'schen Drüsen. Ebenda. 1863. Bd. XIII.

119. — Handbuch der Histiologie und Histiochemie des Menschen. 5. Aufl. 1876 Lips.

120. Friedenthal, H., Ueber die bei der Resorption der Nahrung in Betracht kommenden Kräfte. Arch. für Anat. und Physiologie. Physiol. Abt. 1900. Pag. 217—81.

121. Friedreich, Einiges über die Struktur der Zylinder- und Flimmerepithelien. Arch. für path. Anat. und Physiologie. Bd. XV. 1858. Pag. 535, 540.

122. Fries, E., Ueber die Fettresorption und die Entstehung der Becherzellen. Virchows Arch. Bd. XL. Pag. 519.

123. Fürstenberg und Rhode, Die Rindviehzucht nach ihrem jetzigen rationellen Standpunkte. Bd. I. Anatomie und Physiologie. Berlin 1873.

124. Funke, Beiträge zur Physiologie der Verdauung: 1. Die Resorption des Fettes. Zeitschr. für wissensch. Zoologie. Bd. VI. Heft 3. 1855.

125. — Dasselbe. 2. Durchgang des Fettes durch das Darmepithel. Ebenda Bd. VII. 1856. Pag. 315—27.

126. — Wiener Wochenschrift 1855. Nr. 31.

127. Fusari, R., Sulla fasi tardive di sviluppo della mucosa intestinale dell'uomo (Nota prev.) Atti accad. Lincei Rendic. (Cl. Sc. fis, mat e nat.) Anno 301. Ser. V. 13. Fasc. 7. Sem. 1. Pag. 326—28. 1904.

128. — Contributo allo studio della forma e della disposizione del villi intestinali nell'uomo. Scritti med. in onore di C. Bozzolo. Torino 1904. Pag. 33—44.

129. — Sui fenomene che si osservana nella mucosa del canale digerente durande lo sviluppo del feto umano: nota riassutiva. Archiv sc. med. Vol. XXVII. Fasc. 2. Pag. 213—220. 1904.

130. — Sulle modeficazioni che la mucosa del tubo digerente subisce durante lo sviluppo del feto umano. Gion. accad. med. Torino. Anno 67. Pag. 314—16. 1904.

131. — Contributions à l'étude de la forme et de la disposition des villosités intestinales chez l'homme. Achiv. ital. de. Biol. Vol. XLII. 1904. Pag. 63—77.

132. Galeotti, G., Ueber die Granulationen in den Zellen. Internat. Monatsschr. f. Anat. u. Physiol. Bd. XII. 1895. Pag. 440—557.

133. Garden, S., Die Intercellularbrücken, ihre Epithelien und ihre Funktion. Arch. f. Anat. u. Physiol. Physiol. Abt. Jahrg. 1895. Pag. 401—432.

134. Gegenbauer, Lehrbuch der Anatomie des Menschen. Lips. 1899.

135. Gerlach, J., Handbuch der Gewebelehre Wien 1854 und 1860.

136. Gerot, A. D., Die Lymphgefäße des Rectums und des Anus. Arch. f. Anat. u. Physiol. Anat. Abt. 1895. Pag. 240.

137. Gianelli e Giacomini, E., Ricerche istologiche sul tubo digerente dei rettili (esofago, stomaco, intestino, medio e terminale, fegato, pancreas). R. accad. d. fisiocrit. in Siena, 1896.

138. Goodsir, J., On the structur of the intestinal villi in Man and certain of the Mammalia with some observations on digestion, and the absorption of Chyle. In Edinburgh New Phil. Journ. Vol. XXXIII.

139. Griebach, Weitere Untersuchungen über die Azofarbstoffe. Zeitschr. f. Wissensch. Mikroskopie Bd. III. 1886. Pag. 358.

140. Gruenhagen, A., Ueber Fettresorption und Darmepithel. Arch. für mikroskop. Anat. Bd. XXIX. 1887. Pag. 139—47.

141. — Ueber Fettresorption im Darme. Anat. Anz. 1887. Pag. 424 25 und 493—95.

142. Gurlt, Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haussäugetiere. 1.—4. Auflage. 1829—1860.

143. Hari, P., Ueber das normale Oberflächenepithel des Magens und über Vorkommen von Randsaumepithelien und Becherzellen in der menschlichen Magenschleimhaut. Arch. für mikroskop. Anatomie und Entwicklungsgeschichte. Bd. LVIII. Pag. 685—726.

144. Heidenhain, M., Ueber Kern und Protoplasma. Festschrift für A. v. Kölliker, gewidmet vom Anat. Inst. in Würzburg. 1892.

145. — Ueber die Struktur der Darmepithelzellen. Arch. für mikroskop. Anat. Bd. LVI. 1899. Pag. 184—223.

146. Heidenhain, R., Die Absorptionswege des Fettes. Moleschotts Untersuchungen Bd. IV. 1858. Pag. 251—284.

147. — Resorptionsweg des Fettes. Ebenda. 1859.

148. — Physiologie der Absonderungsvorgänge. Handbuch der Physiologie von Herman. Bd. I. 1. Teil. 1880.

149. — Beiträge zur Histiologie und Physiologie der Dünndarmschleimhaut. Arch. für die gesamte Physiologie. Bonn 1888. Bd. XXXXII. Supplement.

150. Heitzmann, Zur Kenntnis der Dünndarmzotten. Sitzungsber. der Wiener Akad. der Wissensch. 1868. Bd. LVIII. 2. Pag. 255.

151. Heller, A., Ueber die Blutgefäße des Dünndarmes. Ber. der math. physik. Klasse d. Kgl. Sächs. Gesellsch d. Wissenschaften. Bd. XXIV. Pag. 165. Leipzig.

152. Henle, J., Symbolae ad anatomian villorum intestinalium, imprimis eorum epithelii et vasorum lacteorum. Berol. 1837.

153. — Handbuch der Anatomie des Menschen. 1875.

154. Henschen, F., Zur Kenntnis der blasenförmigen Sekretion. Anat. Hefte Bd. XXVI. 1904. Pag. 573—594.

155. Herbst, Das Lymphgefäßsystem und seine Verrichtung. Göttingen 1844.

156. Hermann, Physiologie des Menschen. 1889.

157. Hilton, W. A., On the intestine of Amia calva. The American Naturalist. Vol. XXXIV. 1900. Pag. 717—727.

158. His, W., Untersuchungen über den Bau der Peyer'schen Drüsen der Darmschleimhaut. Zeitsch. für wissensch. Zoologie Bd. XI. 1862. Pag. 416—443.

159. — Ueber die Wurzeln der Lymphgefäße in den Häuten des Körpers und über die Theorien der Lymphbildung. Ebenda. Bd. XII. 1863. Pag. 223—254.

160. — Ueber das Epithel der Lymphgefäßwurzeln und über die von Recklinghausen'schen Saftkanälchen. Ebenda. Bd. XIII. 1863. Pag. 455.

161. Hock, J., Untersuchungen über den Uebergang der Magen- in die Darmschleimhaut, mit bes. Berücksichtigung der Lieberkühn'schen Krypten und Brunner'schen Drüsen bei den Haussäugetieren. Vet. med. Inaug. Diss. Giesen. 1899. 80 Seiten mit 10 Tafeln.

162. Hoehl, E., Zur Histologie des adenoiden Gewebes. Arch. f. Anat. und Physiologie, physiol. Abt. 1897. Pag. 133—52.

163. Hofmeister, F., Untersuchungen über die Resorption und Assimilation der Nährstoffe. 1. Mitteilung. Archiv für exp. Pathologie und Pharmakologie. Bd. XIX. 1885.

164. — Dasselbe. 2. Mitteilung. Ebenda. Bd. XX. 1886.

165. — Dasselbe. Ebenda. Bd. XXII. 1887.

166. Hoyer, H., Ueber den Nachweis des Mucins in Geweben mittels der Färbemethode. Arch. f. mikroskop. Anatomie. Bd. XXXVI. 1890. Pag. 310—377.

167. Humilewski, Einiges über die sekretorische Tätigkeit des Dünndarmepithels. Wissensch. Notizen aus dem Veterinärinstitut in Kasan. Bd. IV. Heft 3. Pag. 157—164. 1887. Berücksichtigt n. d. Referat von Mayzel in Schwalbes Jahresbericht Bd. XVI. Pag. 374.

168. Klaatsch, H., Ueber die Beteiligung von Drüsenbildungen am Aufbau der Peyer'schen Plaques. Morphol. Jahrb. Bd. XIX. 1892.

169. Klebs, Virchows Archiv Bd. XXXII. Pag. 168.

170. Klein, E., Observations on the structur of cells and nuclei. I. Quarterly Journ. of. microsc. science. New serie. Vol. XVIII. 1878. Pag. 315—339.

171. — Dasselbe. II. Ebenda. Bd. XIX. 1879. Pag. 125—75.

172. — und Smith, Atlas of histology, London 1880.

173. Klein, S., The nature of the granule cells of Paneth. Americ. Jounal of anatomy. Vol. II. Nr. 2. Pag. 4. (Proc. assoc. americ. anat. 1902.)

174. — Dasselbe. Referat von Oppel in Ergebnisse der Anatomie und Entwicklungsgeschichte. Bd. XII. 1903.

175. Klose, K., Beitrag zur Kenntnis der tubulösen Darmdrüsen. Inaug. Diss. Breslau 1880.

176. Kingsbury, The histological structur of the enteron of Necturus maculatus. Proc. americ. micros. soc. Vol. XVI. 1894. Päg. 19—64.

177. Kobubo, Ein Beitrag zur normalen und pathologischen Histiologie der Magenschleimhaut. Festschrift für Orth. Berlin 1903.

178. Koelliker, A., Nachweis eines besonderen Baues der Zylinderzellen des Dünndarmes, der zur Fettresorption in Bezug zu stehen scheint. Verhandl. d. Phys. med. Gesellsch. in Würzburg. Bd. VI. Würzburg 1856. Pag. 253—273.

179. — Einige Bemerkungen über die Resorption des Fettes im Darme und über das Vorkommen einer physiologischen Fettleber bei jungen Säugetieren und über die Funktion der Milz. Ebenda. Bd. VII.

180. — Histiologische Studien. Ebenda. Bd. IV. 1854. Pag. 52—63.

181. Koelliker und Ebner, Handbuch der Gewebelehre des Menschen. Bd. II. 6. Aufl. Lips 1899.

182. Kolossow, A., Eine Untersuchungsmethode des Epithelgewebes, besonders der Drüsenepithelien und die erhaltenen Resultate. Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. LII. 1898. Pag. 1—43.

183. Kossowsky, C., Beiträge zur Histologie des oberen Abschnittes des Verdauungstraktus. Denkschrift der Warschauer ärztl. Gesellsch. Jahrg. 1880. (Polnisch) und als Inaug. Diss. (russisch). Warschau 1880. 43 Seiten. Referat in Schwalbes Jahresbericht. Bd. IX.

184. Krause, Anatomische Untersuchungen. Hannover 1861.

185. — Allgemeine und mikroskopische Anatomie. 1. Band vom Handbuch der menschl. Anatomie. Hannover 1876 und 1900.

186. — Ueber die Lymphgefäßanfänge in den Darmzotten. Zeitschrift für wissensch. Zoologie. Bd. XIV. 1864. Pag. 71.

187. — Die Anatomie des Kaninchens. 1868 und 1884.

188. — Archiv für mikroskop. Anatomie. Bd. IXL. 1884.

189 Krolow, Die Brunner'schen Drüsen. Inaug.-Diss. Berlin 1872.

190. Kruse, Ueber Stäbchensäume an Epithelzellen. Inaug.-Dissert. Berlin 1888.

191. Kuczynski, Beitrag zur Histiologie der Brunner'schen Drüsen. Internat. Monatsschr. für Anat. und Physiol. Bd. VII. 1890. Pag. 419–446.

192. Kultschitzky, N., Zur Frage nach dem Bau der Dünndarmschleimhaut und dem Mechanismus der Resorption. Charkow. 1882. 19 Seiten. (Russisch.)

193. — Beitrag zur Frage über die Verbreitung der glatten Muskulatur in der Dünndarmschleimhaut. Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. XXXI. 1888. Pag. 15—22.

194. — Zur Frage über den Bau des Darmkanals. Ebenda. Bd. XXXXIX. 1897. Pag. 7–35.

195. Kyrklund, Studien über Fettresorption im Dünndarme. 67 Seiten. Helsingfors. 1886.

196. Lafforge, E., Recherches anat. sur l'appendice vermiculaire du coecum. Internat. Monatsschr. der Anat. und Physiologie. Bd. X. Pag. 141.

197. Lambl, W., Mikroskop. Untersuchungen der Darmexkrete. Prager Vierteljahrschrift. Bd. I. Pag. 1. 1859, und in Vierteljahrschrift f. prakt. Heilkunde. Jahrg. XVI.

198. Laudel, Recherch. sur les caractères microchimiq. du mucus dans le tissu normal de quelques vertébrés et dans les tissus pathol. de l'homme. Thèse. Paris 1887.

199. Landois, Physiologie des Menschen. Wien 1893.

200. Langer, C. von, Ueber das Verhalten der Darmschleimhaut an der Ileocoecalklappe nebst Bemerkungen über ihre Entwicklung. Denksch. Akad. wiss. Wien. Bd. LIV. 1888.

201. Lankowsky, Die Schleim-(Becher-)zellen, ihr Bau, ihre Lebenstätigkeit, ihre Abstammung und ihr Absterben. Inaug.-Diss. Petersburg. 1891. (Russisch.) Referiert von Lukjanow in Schwalbes Jahresber. 1891. Pag. 96.

202. Legge, F., Sulla distribuzione topografica delle fibre elastiche nell' apparecchio digerente. Roma. 22 Seiten. 1896.

203. Leisering, Gurlt's Handbuch der vergl. Anatomie der Haustiere. 5. Auflage.

204. Letzerich, Ueber die Resorption der verdauten Nährstoffe im Dünndarme. Virchows Arch. Bd. XXXVII. 1866.

205. Leydig, Lehrbuch der Histiologie des Menschen und der Tiere. 1857. Frankfurt a. M. Pag. 551.

206. Leyen, Else van der, Ueber die Schleimzone des menschl. Magen- und Darmepithels vor und nach der Geburt. Virchows Archiv. Bd. CLXXX. (17. Folge, Bd. X. Heft 1. 1905. Pag. 89—107.

207. Leyh, Handbuch der vergl. Anatomie der Haustiere. Stuttgart 1850.

208. Lipsky, Beiträge zur Kenntnis des feineren Baues des Darmkanales. Sitzungsber. d. Wiener Akad. Bd. LV. Abt. 1. 1867. Pag. 183—192.

209. List, H., Zur Färbetechnik. Zeitschr. f. wissensch. Mikroskopie, Bd. II. 1885. Pag. 145.

210. —, Über Becherzellen. Arch. f. mikrosk. Anatomie. 1886. Bd. XXVII. Pag. 481.

211. Lubarsch, O., und Martius, E., Achylia gastrica. Lips-Wien 1884.

212. Machate, J., Untersuchungen über den feineren Bau des Darmkanals von Emys europea. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie, Bd. XXXII. Pag. 443—459. 1879. Auch als Inaugural. Diss. Würzburg 1878.

213. Majewski, A., Über die Veränderungen der Becherzellen im Darmkanal während der Sekretion. Internat. Monatsschrift f. Anat. u. Physiol. Bd. XI. 1894. Pag. 177—193.

214. Mall, P., Die Blut- und Lymphwege im Dünndarm des Hundes. Abhandl. d. math. phys. Klasse d. Kgl. Sächs. Gesellsch. f. Wissensch. Bd. XIV. Nr. 3. 1888. Leipzig. Pag. 153—189.

215. Marcelin, R. H., Histogenèse de l'épithélium intestinal chez la grenouille (Rana esculenta) Inaug. Diss. Genf. 1903.

216. Marchesini und Ferrari, F., Untersuchungen über die glatte und die gestreifte Muskulatur. Anat. Anz. Bd. II. No. 5. Pag. 138 bis 152. 1895.

217. Martin, Paul, Lehrbuch der Anatomie der Haussäugetiere. Stuttgart 1902.

218. Martin, Ferdinand-Paul, Vergl. histiologische Untersuchungen über den Bau der Darmwand der Haussäugetiere. 1. Mitteilung. Über Gestalt, Lage und Länge der Darmeigendrüsen und Zotten, sowie die Membrana propria. Arch. f. wissensch. u. prakt. Tierheilkunde. Bd. XXXII. 1906.

219. — Dasselbe. 2. Mitteilung. Über die Strata subglandularia und die Muscularis mucosae. Ebenda Bd. XXXIII. 1907.

220. May, H., Vergl. anat. Untersuchungen der Lymphfollikelapparate des Darmes der Haussäugetiere. Inaug.-Diss. Gießen 1903.

221. Mayer, P., Über Schleimfärbung. Mitteilungen der zool. Station zu Neapel. Bd. XII. 1896. Pag. 303—330.

222. Mayer, S., Histiol. Taschenbuch zum Gebrauche im histiologischen Praktikum für Anfänger. Prag, Dominicus. 1887.

223. Maximow, Archiv f. mikr. Anat. Bd. LVIII. 1901.

224. Meißner, G., Über die Nerven der Darmwand. Zeitschr. für rationelle Medizin. Neue Folge, Bd. VIII. Pag. 365—366. 1857.

225. Metzner, R., Die histiol. Veränderungen der Drüsen bei ihrer Tätigkeit. In Nagel, Handbuch der Physiologie d. Menschen, Bd. II. 1906. Pag. 899—1022.

226. Middeldorpf, A. Th., De glandulis Brunnianis. Vratislav 1846.

227. Milne-Edwards, Leçons sur physiologie et l'anatomie comparée de l'homme et des animaux. Paris 1860.

228. Mingazzini, Pio, Cambiamenti morfologici dell' epitelio durante l'assorbimento delle sostanze alimentari. Nota 1. Rend. della R. Accad. dei Lincei. Cl. d. sc. fis. mat. e nat. Vol. IX. 1. sem. Serie V. Fasc. 1. 1900. Pag. 16–23.

229. —, Dasselbe. Nota 2. Richerche fate nel labor di Anat. norm. della R. univ. di Roma ed in altri labor biol. Vol. VIII. Fasc. 1. 1900. Pag. 41—64.

230. —, La secreziona interna nell' assorbimento intestinale. Ebenda Vol. VIII. 1901. Pag. 115—130.

231. Mladenowitsch, L, Vergl. anat. und histiol. Untersuchungen über die Regio analis und das Rectum der Haussäugetiere. Vet. med. Inaug. Diss Leipzig 1907.

232. Moebius, Arch. f. mikr. Anatomie, Bd. XXV. 1885.

233. Moeller, W., Anatomiske bidrag dil fragon om sekretionen och resorptionen i transleimhinan. Finska Läkareselskahets Handlingar. Bd. XLI. 1899.

Anat. Beiträge zur Frage von der Sekretion und Resorption in der Darmschleimhaut. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie, Bd. LXVI. 1899. Pag. 69—135.

234. Moleschott, J., Bequemes mikrochemisches Verfahren zur Untersuchung der glatten Muskeln. Wiener med. Wochenschr. 1859. Nr. 49.

235. — u. Marfels, Der Übergang kleiner fester Teilchen aus dem Darmkanal in den Milchsaft und in das Blut. Ebenda 1854. No. 52. Pag. 817—822.

236. Monti, R., La funzione di secrezione e di assorbimento intestinale studiate negli animale ibernanti. Mem. letta al R. inst. Lomb. nella p. sed. del 26. Marzo 1903. Pavia 1903.

237. —, Paneth'sche Zellen beim Murmeltier. Referat von Oppel in Ergebnissen der Anat. u. Entwicklungsgesch. Bd. XII. 1903.

238. Müller, E., Ausbreitung und Endigungsweise der Magen-, Darm- und Pankreasnerven, Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. L.

239. Müller, Fr., Vergl. Anatomie der Haussäugetiere. 6. Aufl. Wien 1885.

240. Nagel, W., Handbuch der Physiologie des Menschen. Bd. 2. Physiologie der Drüsen der inneren Sekretionen, der Harn-, Geschlechts- und Verdaungsorgane. Braunschweig 1906.

241. Nicolas, A., Sur les cellules à grains du fond de glandes de Lieberkühn chez quelques mammifères et chez le lézard. Note préliminaire. Bulletin de science de Nancy. 2. Annèe, Nr. 5. Pag. 45—49. 1890.

242. —, Sur la constitution du protoplasma des cellules épithéliales des villositès de l'intestin grêle et sur l'état de ces cellules pendant l'absorption des graises. Note préliminaire. Ebenda Pag. 54—58.

243. Nicolas, A., Recherches sur l'épithélium de l'intestin grêle. Internat. Monatsschr. f. Anat. u. Physiologie. Bd. VIII. Heft 1. Pag. 1 bis 58. 1891.

244. —, „Les bourgeons germinatifs" dans l'intestin de la larve de salamandre. Bibliogr. anat. No. 1. 1894. Pag. 37—42.

245. Oppel, A., Lehrbuch der mikrosk. Anatomie der Wirbeltiere. Bd. II. Jena 1897.

246. —, Über den Darm von Monotremen, einiger Marsupialier und von Manis japanica. Semons zoolog. Forschungsreisen in Australien und dem malaischen Archipel. Bd. II. Pag. 403—433. Jena 1897.

247. —, Verdauungsapparat, in Ergebnisse der Anatomie u. Entwicklungsgeschichte von Merkel und Bonnet. Bd. VI. 1896. Pag. 112—129.

248. — Dasselbe. Ebenda. Bd. VII. 1897. Pag. 29—109.

249. Oppel, A., Dasselbe. Ebenda. Bd. VIII. 1898.

250. — Dasselbe. Ebenda. Bd. IX 1899. Pag. 84—164.

251. — Dasselbe. Ebenda. Bd. X. 1900. Pag. 215—311.

252. — Dasselbe. Ebenda. Bd. XI. 1901. Pag. 85—190.

253. — Dasselbe. Ebenda. Bd. XII. 1902. Pag. 61—133.

254. — Dasselbe. Ebenda. Bd. XIII. 1903. Pag. 165—212.

255. — Dasselbe. Ebenda. Bd. XIV. 1904. Pag. 39—141.

256. — Dasselbe. Ebenda. Bd. XV. 1905. Pag. 207—288.

257. — Dasselbe. Ebenda. Bd. XVI. 1906. Pag. 216—291.

258. — Referat über Monti (Paneth'sche Zellen beim Murmeltier). Ebenda. Bd. XII. 1903.

259. — Referat über Klein (Paneth'sche Zellen beim Oppossum). Ebenda. Bd. XII. 1903.

260 Paneth, Joseph, Über die sezernierenden Zellen des Dünndarmepithels. Arch. f. mikrosk. Anatomie, Bd. XXXI. 1888. Pag. 113—191.

261. — Ein Beitrag zur Kenntnis der Lieberkühn'schen Krypten. Vorläufige Mitteilung. Zentralbl. f. Physiologie, Nr. 12. Lit. 1887. Lips. 1888. Pag. 255—56.

262. Paneth, Joseph, Ueber das Epithel des Mitteldarmes von Cobitis fossilis. Ebenda. Bd. II. Lit. 1888. Lips. 1889. Pag 85—86.

263. — Nachträgl. Bemerkung, betreffend die Notiz „Ueber das Epithel des Mitteldarmes von Cobitis fossilis". Ebenda. Pag. 628—631.

264. Patzelt, V., Ueber die Entwicklung der Dickdarmschleimhaut. Sitz.-Ber. d. Wiener Akad. math.-naturw. Klasse. Bd. LXXXVI. 3. Abteilung. Wien 1882. Pag. 145—172.

265. Paulsen, Färbung von Schleimdrüsen und Becherzellen. Zeitschrift für wissensch. Mikroskopie. Bd. II. 1885. Pag. 520—521.

266. Pawlow, Die Arbeit der Verdauungsdrüsen. Wiesbaden 1891.

267. Petrilli, V., Poche osservazioni sulle struttura del' appendice vermiforme dell'uomo. Nota prev. Napoli 1904.

268. — Poche osservazioni sulle anastomosi tra i villi intestinali dell'uomo. Napoli 1904.

269. Piersot, A. G., Textbook of normal histology, inceeding an account of the development of the Tissues of the Organs. Philadelphia 1894.

270. Ramond, F., La désquamation de l'épithélum de l'intestin grêle au cours de la digestion. Compt. rend. de la Soc. biolog. Tom. LVI. Nr. 4. 1904. Pag. 171—173.

271. Ramon Y Cajal, S., Los Ganglios y plexos nerviosos del intestino de los mammiferos etc. Madrid 1893.

272. Ranvier, L., Des lymphatiques de la villosité intestinale. Compt. rend. de la Soc. de science de Paris. Tom. CXXIII. Pag. 923.

273. — Des chylifères du rat et de l'absorption intestinale. Ebenda. Bd. CXVIII. 1894. Pag. 621—26.

274. Rauber, A., Lehrbuch der Anatomie des Menschen. 5. Auflage. Leipzig 1897.

275. Rauber-Kopsch, Lehrbuch der Anatomie des Menschen. 7. Aufl. Abteilung 4. Eingeweide. Leipzig 1907.

276. Rawitz, B., Ueber ramifizierte Darmzotten. Anat. Anz. Bd. IX. Pag. 214.

277. — Leitfaden für histiolog. Untersuchungen. Jena 1890.

278. Remak, R., Ueber peripherische Ganglien an den Nerven des Nahrungsrohres. Müller's Archiv f. Anat. u. Entwicklungsgeschichte. 1858. Heft 2. Pag. 189—92.

279. Renaut, J., Traité d'histiologie pratique. Tom 2. Fasc. 1. 1897; Fasc. 2. 1899. Paris.

280. Retterer, E., Des glandes closes dérivées de l'épithélium digestif. Journal de l'anatomie et de la Physiologie. Bd. XXIX. Pag. 534—563. Paris 1893.

281. Reuter, Karl, Zur Frage der Darmresorption. Anat. Anz. Bd. XIX. Nr. 8. 1901. Pag. 198—203.

282. — Ein Beitrag zur Frage der Darmresorption. Anat. Hefte. Heft 16. 1902. Pag. 122—144.

283. Rindfleisch, E., Ueber den Bau der Schleimhäute. Virchows Arch. Bd. XXXII. Pag. 260.

284. Roßner, A., Untersuchungen über die Struktur der Dünndarmzotten. Math. und naturwissensch. Berichte aus Ungarn. Bd. XII. 1895. Pag. 370—371.

285. — Beiträge zur Histologie des Dünndarmes. Ungar. Archiv f. Medizin. Bd. III. 3. und 4. Heft. 1895. Wiesbaden.

286. Rudolphi, K. A., Grundriß der Physiologie. Berlin 1821 und 1828.

287. — Ueber Leukozytenwanderung in den Schleimhäuten des Darmkanals. Sitzungsber. d. math.-physik. Klasse der Kgl. Bayr. Akad. d. Wissensch. in München. 1895. Pag. 125—154.

288. Rüdinger, N., Die Umbildung der Lieberkühn'schen Drüsen durch die Solitärfollikel im Wurmfortsatze des Menschen. Ebenda. Bd. XXI. 1891.

289. Sacerdotti, C., Ueber die Entwicklung der Schleimzellen des Magen-Darmkanals. Internat. Monatsschr. f. Anat. u Physiologie. Bd. XL. Heft 12. 1894. Pag. 501—14.

290. — Ueber die Regeneration des Schleimepithels des Magen-Darmkanals bei den Amphibien. Arch. für mikr. Anatomie. Bd. XLVIII. 1896. Pag. 359—369.

291. Sachs, J., Zur Kenntnis der sogen. Vakuolen oder Becherzellen im Dünndarme. Virchows Arch. Bd. XXXIX.

292. Saint-Hilaire, C., Ueber den Bau des Darmepithels bei Amphiuma. Anat. Anz. Bd. XXII. Nr. 22. 1903. Pag. 489—93.

293. Saltykow, A., Beitrag zur Kenntnis der hyalinen Körper und der eosinophilen Zellen in der Magenschleimhaut und in anderem Gewebe. Inaug. Diss. Zürich 1901.

294. Sappey, Ph. C., Traité d'anatomie déscriptive. Paris 1874. und 4. Auflage. Bd. IV. Splanchnologie und Embryologie. Paris 1889.

295 — Etudes sur l'apparcil mucipare et sur le système lymphatique des poissons. 64 Seiten. Paris 1889.

296. — Traité d'anatomie générale II. Paris 1894.

297. Sarubin, Zur Lehre von den Schleim- (Becher-) zellen. Charkow 1897. (Russisch.)

298. Schaaf, Zur mikroskop. Anatomie des Darmkanals der Haussäugetiere. Ber. über das Veterinärwesen im Kgr. Sachsen für das Jahr 1883. Pag. 120—32.

299. Schaefer, E. A., On the part pleyed by amoeboid cells in the process of intestinal absorption. Physiological Laboratory. University College. London collect. paper V. und Internat. Monatsschrift f. Anat. u. Physiologie. Bd II. Pag. 6—29. 1885.

300. — Ueber die Fettresorption im Dünndarme. Pflügers Archiv f. d. gesamte Physiologie. Bd. XXXIII. 1884. Pag. 413—514.

301. — Herr Professor Zawarykin und die Fettresorption. Ebenda. Bd. XXVIII. Pag. 395—398. 1898.

302. Schaertl (u. Frey): Einige Beobachtungen über den Bau der Dünndarmschleimhaut. Zürich 1862. Inaug. Diss.

303. Schaeppi, Th., Ueber den Zusammenhang der Epithelzellen des Darmes. Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. LXIX. 1907. Pag. 761—860.

304. Schaeffer, J., Beiträge zur Histiologie menschlicher Organe: Duodenum, Dünndarm, Mastdarm. Sitzg.-Ber. der math.-naturw. Klasse d. K. K. Akad. d. Wissensch. zu Wien. 1891. Bd. C. Abtlg. 3. Heft 10. 1891.

305. Schenk, S. L, Grundriß der normalen Histiologie des Menschen. Wien und Leipzig.

306. — Dasselbe. 2. Auflage. 1891.

307. Scheunert u. Grimmer, Ueber die Funktion des Duodenums und die funktionelle Identität der Duodenal- und Pylorusdrüsen. Internat. Monatsschr. f. Anat. u. Physiologie. 1906. Bd. XXIII.

308. Schiefferdecker, P., Beiträge zur Kenntnis der Drüsen des Magens und des Duodenums. Nachrichten d. Göttinger Gesellsch. d. Wissensch. Nr. 7. 1884.

309. — Archiv f. mikroskop. Anatomie. Bd. XXIX. 1884.

310. — Archiv f. mikroskop. Anatomie. Bd. XXXII. 1887.

311. Schmidt, J. E., Beiträge zur normalen und pathol. Histiologie einiger Zellarten des menschl. Darmkanals. Arch. f. mikr. Anat. u. Entwicklungsgeschichte. Bd. LXVI. Heft 1. 1905. Pag. 12—40.

312. Schneider, K. C., Lehrbuch der vergl. Histiologie der Tiere. Jena. Fischer. 1902.

313. Schriever, O., Die Darmzotten der Haussäugetiere. Beitrag zu deren vergl. Anatomie, Histiologie und Topographie. Vet. med. Inaug. Diss. Gießen. 1899. 61 Seiten.

314. Schumann, Paul, Beiträge zur vergl. Histiologie des Enddarmes und des Ueberganges des Mitteldarmes in den Enddarm der Haussäugetiere. Vet. med. Inaug. Diss. Zürich 1907.

315. Schulze, F. E., Das Drüsenepithel der schlauchförmigen Drüsen des Dünn- und des Dickdarmes und die Becherzellen. Vorläufige Mitteilung. Med. Zentralbl. Pag. 161—64. 1866.

316. — Epithel und Drüsenzellen. Arch. f. mikr. Anat. Bd. III. Heft II. 1867. Pag. 191.

317. Schwab, Anatomie der Haussäugetiere. München 1839.

318. Schwalbe, G., Beiträge zur Kenntnis der Drüsen in den Darmwandungen, insbesondere der Brunner'schen Drüsen. Arch. für mikr. Anat. Bd. VIII. 1872. Pag. 92—140.

319. Seiler, Freih. von, Ueber die Zungendrüsen vom Anguis fragilis (Becherzellen). Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXXVIII.

320. Sobotta, Atlas und Grundriß der Histologie. München 1902.

321. Spalteholz, W., Das Bindegewebsgerüst der Dünndarmschleimhaut des Hundes. Arch. f. Anat. u. Physiol. Anat. Abt. Supplementband zum Jahrgang 1897. Pag. 374—402.

322. Spee, Graf, Beobachtungen über den Bewegungsapparat und die Bewegung der Darmzotten, sowie deren Bedeutung für den Chylusstrom. Arch. f. Anat. u. Physiol. anat. Abt. 1885. Pag. 179—188.

323. Spina, A., Ueber Resorption u. Sekretion. Leipzig, Engelmann 1882.

324. — Sitzungsber. d. K. K. Akad. d. Wissensch. in Wien. Bd. LXXXIV. Pag. 191.

325. Steinhaus, J., Ueber Becherzellen im Blinddarmepithel der Salamandra maculosa. Arch. für Anat. und Physiol. physiol. Abt. Pag. 311—322.

326. Stöhr, Ph., Ueber die Lymphknötchen des Darmes. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXXIII. 1889.

327. — Ueber das Darmepithel. Ergebnisse der Anatomie und Entwicklungsgeschichte v. Merkel und Bonnet. Bd. I. 1892.

328. — Der Verdauungsapparat. Ebenda. Pag. 173—196.

329. — Lehrbuch der Histiologie und der vergl. Anatomie des Menschen. II. Aufl. Jena 1905.

330. Stricker, Handbuch der Lehre von den Geweben. 1871.

331. Struiken, H. J. L, Beiträge zur Histiologie und Histochemie des Rectumepithels und der Schleimzellen. Freiburg i. B. Inaug. Diss. 69 Seiten.

332. Struska, Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. Wien und Leipzig 1903.

333. Studnička, F. K., Ueber die intercellulären Verbindungen, den sogen. Cuticularsaum und den Flimmerbesatz der Zellen. Sitzungsber. der K. Böhm. Gesellsch. der Wissensch. math.-naturw. Klasse. Heft 22. Jahrg. 1898. Prag 1899.

334. — Ueber Flimmer- und Cuticularzellen, mit besonderer Berücksichtigung der Zentrosomen-Frage. Ebenda 1899.

335. Stütz, G., Ueber eosinophile Zellen in der Schleimhaut des Darmkanals. Inaug. Diss. Bonn 1895.

336. Sußdorf, Eine mikrochemische Reaktion auf tierischen Schleim. Deutsch. Zeitschr. f. Tiermedizin und vergl. Pathologie. Bd. XIV. Heft 4—6. 1888. Pag. 345—359.

337. Szymonowicz, L., Lehrbuch der Histiologie. Würzburg 1901.

338. Teichmann, L., Das Saugadersystem. Leipzig 1861.

339. Thanhoffer, L. von, Grundzüge der vergl. Physiologie und Histologie. Stuttgart 1885.

340. — Beiträge zur Fettresorption und histiol. Struktur der Dünndarmzoften. Pflügers Arch. Bd. VIII. 1874. Pag. 391—443.

341. — Histiologische Mitteilungen. 1.) Die ersten Wege des Fettes, Zentralbl. f. med. Wissenschaften. 1876. Nr. 23. Pag. 401—402.

342. — Neuer Nervenapparat im Dünndarme. Ebenda 1883. Nr. 10. Pag. 175.

343. Théohari, A., Arch. d. Anatomie microscopique. Bd. III. 1899. Zitiert nach dem Referat von Oppel in „Ergebn. d. Anatomie und Entwicklungsgesch. v. Merkel u. Bonnet. Bd. LX. 1899. Pag. 125.

344. Thorel, Chr., Ueber die hyalinen Körper der Magen- und Darmschleimhaut. Virchows Arch. CLI. 1898.

345. Toldt, C., Blutgefäße des Darmkanales in Stricker's Handbuch der Lehre von den Geweben. Leipzig 1871.

346. — Lehrbuch der Gewebelehre. Stuttgart 1877.

347. — Dasselbe, 3. Auflage 1888.

348. Tomarkin, Lieberkühn'sche Krypten beim Meerschweinchen. Anat. Anz. Bd. VIII. Pag. 202.

349. Tornier, Ueber Bürstenbesätze an Drüsenepithelien. Arch. für mikroskop. Anatomie, Bd. XXVII.

350. Trautmann, Alfred, Beiträge zur vergl. Histologie des Dünndarmes der Haussäugetiere. Vet. med. Inaug. Diss. Zürich 1907.

351. Unna, Monatshefte für prakt. Dermatologie. Bd. XVIII. 1894.

352. — Ueber die Reifung unserer Farbstoffe. Zeitschr. f. wissensch. Mikroskopie Bd. VIII. 1895. Pag. 475.

353. Voigt, J., Beitrag zur Entwicklung der Darmschleimhaut. Anat. Hefte, Abteilung 1. Heft 38. 1898. Pag. 49—70. (Bd. XII. Heft 1.)

354. Vosseler, F., Ueber den Bau und Funktion der Dünndarmschleimhaut. Jahreshefte des Vereins für vaterländ. Naturkunde in Württemberg. Jahrgang 51. Stuttgart 1895. Pag. 108—110.

355. Vosseler, F., Ueber den Bau der Dünndarmzotten. Verhandlungen der Deutsch. Zoolog. Gesellschaft auf der 12. Jahresversammlung. Gießen 1902. Pag. 203—213.

356. Wasmann, De digestione nonnulla. Inaug. Diss. Berlin 1839.

357. Watney, Note on the minute anatomy of the alimentary canal. Proceed. of the R. Socisty. Bd. XXII. 1874.

358. — Zur Kenntnis der feineren Anatomie des Darmkanales. Zentralbl. f. med. Wissensch. 1874. Pag. 753.

359. — The minute anatomy of the alimentary canal. Philos. Transact. of the R. Society of London. Vol. CIXVI. 1877.

360. Weigl, Ueber die gegenseitige Verbindung der Epithelzellen im Darme der Wirbeltiere. Bulletin da l'académie des Sciences de Cracovie. Math. naturwissenschaftl. Klasse. Krakau 1906. Pag. 777—792.

361. Weiß, Physiologie des Menschen. 1860.

362. — Dasselbe. 2. Auflage.

363. Welcker, H., Zeitschr. f. rationelle Medizin. Neue Folge Bd VIII. Pag. 329.

364. Werber, Beiträge zur pathol. Anatomie des pädatrophischen Darmes, mit Bemerkungen zum normalen Bau des Darmes bei Neugeborenen. Ber. über die Verhandl. der naturforsch. Gesellsch. zu Freiburg i. B. Bd. III. 1885.

365. Wiedersheim, Rich., Ueber die mechanische Aufnahme der Nahrungsmittel in der Darmschleimhaut. Festschrift der 56. Versamml. der Deutsch. Naturforscher und Aerzte in Freiburg 1883.

366. — Grundriß der vergl. Anatomie der Wirbeltiere. 3. Auflage 1893.

367. Wiegandt. Untersuchungen über das Dünndarmepithelium und dessen Verhältnis zum Schleimhautstroma. Inaug. Diss. Dorpat 1860.

368. Wiehen, E., Neue Beobachtungen über das basale Ende der Zellen des Zylinderepithels. Göttinger Nachrichten Nr. 17. Zeitschr. für ration. Medizin. 3. Reihe. Bd. XIV. Pag. 203—214.

369. Wiemer, Fettresorption. Pflügers Arch. Bd. XXXIII.

370. Winiwarter, F. von, Die Chylusgefäße des Kaninchens. Sitzungsber. d. K. K. Akad. d. Wissensch. zu Wien. Bd CLXXII. Pag 103.

371. Wittich, W. von, Beiträge zur Frage über die Fettresorption. Virchows Arch. Bd. XI. 1857. Pag. 37—49.

372. — Physiologie der Aufsaugung, Lymphbildung und Assimilation. Hermanns Handbuch der Physiologie. Bd. V. 2. Teil. Leipzig 1881.

373. Zawarykin, Th., Ueber die Fettresorption im Dünndarme. Pflügers Arch. f. die gesamte Physiologie. Bd. XXXI. Pag. 231—240. 1883.

374. — Einige die Fettresorption im Dünndarm betreffende Bemerkungen. Pflügers Arch. Bd. XXXV. 1885. Pag. 145—157.

375. — Zur Frage über die Fettresorption. Ebenda. Bd. XL. Pag. 447—454. 1887.

376. — Verlauf der Chylusbahnen im Dünndarme, in: Mémoires de l'académie impériale de Saint Petersbourg. Serie 7. Bd. XIV. 1869.

377. Zenker, F. A., Ueber das Verhalten der Chylusgefäße in der Darmschleimhaut. Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie. Bd. VI. 1855. Pag. 321—329.

378. Zietzschmann, O., Ueber die azidophilen Leukozyten (Körnerzellen) des Pferdes. Internat. Monatsschrift f. Anatomie u. Physiologie. 1905. Bd. XXII. Heft 1—3.

379. Zimmermann, K. W, Beiträge zur Kenntnis einiger Drüsen und Epithelien. Arch. f. mikroskop. Anatomie. Bd. LII. Heft 3. 1898. Pag. 252—706.

380. Zipkin, Rachel, Beiträge zur Kenntnis der gröberen und feineren Strukturverhältnisse des Dünndarmes von Inuus rhesus. Anat. Hefte. Abteilg. 1. Heft 71. Pag. 103—186. 1903. (Bd. XXIII. Heft 1) oder Inaug. Diss. Bern 1903.

Nachtrag.

381. Martin, F.-P., Ueber Darmcoccidiose bei der Hausziege. Vorläufige Mitteilung. Berliner Tierärztl. Wochenschr. 1907. Nr. 1.

382. Weber, E. H., Ueber den Mechanismus der Einsaugung des Speisesaftes beim Menschen und bei einigen Tieren. Müllers Archiv f. Anatomie u. Physiologie. 1847. Pag. 400—402. (Vergl. auch Berichte ü. d. Verhandl. d. Kgl. Sächs. Gesellsch. d. Wissenschaften zu Leipzig. Bd. I. Pag. 245—47. 1846—47.)

383. Oedmansson, E., Beiträge zur Lehre von dem Epithel. Arch. f. Pathol. Anatomie u. Physiologie. Bd. XXVII. Heft 3 u. 4. 1863.

384. Oedmansson, E., Studies öfver epitheliernas bygnad. Utdrag ur bref, meddeladt af prof. E. A. Key. Med. tva planscher (Aftryck ur Hygiea) 1863. (Die deutsche Arbeit [383] enthält nur einen Teil dieser Arbeit.)

385. Langhaus, Virchows Arch. Bd. XXXVIII. 1867. Pag. 522.

386. Buhl, Ueber die Bildung von Eiterkörperchen. Virchows Archiv, Bd. XVI. 1859. Pag. 168.

387. Recklinghausen, F. von, Die Lymphgefäse und ihre Beziehungen zum Bindegewebe. 1862. Berlin.

388 — Zur Fettresorption. Arch. f. pathol. Anatomie u. Physiologie. Bd. XXVI. 1863. Pag. 172.

389. Garbini, Note istologiche sopra alcune parti dell' apparechio digerente nella Cavia e nel Satto. Memoire dell' accademia di Aggricoltura Arti e Commercio di verona. Vol. LXIII. Verona 1886.

390. Verson, E., Dünndarm. Strickers Handbuch der Lehre von den Geweben. Leipzig 1871. Pag. 399—418.

391. Ruffer, A, On the phagocytes of the alimentary canal. The Quarterly Journal of microsc. Science. Vol. XXX. London 1890. Pag. 481—505.

392. Moennig, Zur Histologie der Kardiadrüsen von Sus scrofa. Med. vet. Inaug. Diss. Leipzig 1909.

393. Ledermann, Ergänzungsheft zum Archiv für Dermatologie und Syphilis. 1892.

394. Roscher, Paul, Ueber den Vorderdarm von Cricetus frumentarius. Ein Beitrag zur vergl. Anatomie u. Histologie. Med. vet. Inaug. Diss. Leipzig 1909.

395. Podwissotzky, cfr. Encyclopädie (100) Pag. 1210.

396. Unna, Monatshefte für prakt. Dermatologie. Bd. XIX. 1894.

397. — Ebenda. Bd. XX. 1895.

398. Trautmann, Alf., Die Muskulatur in den Dünndarmzotten der Haussäugetiere. Anat. Anz. Bd. XXXIV. 1909. Pag. 113—125.

399. — Verbreitung und Anordnung des elastischen Gewebes in den einzelnen Wandschichten des Dünndarmes der Haussäugetiere. Archiv f. mikroskop. Anatomie. Bd. LXXIV. 1909. Pag. 105—115.

400. — Nachtrag zu 399. Ebenda. Bd. LXXV. 1910.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. I. **Ziege.**
Uebergang des Magens in den Darm.
a) Pylorusdrüsen. b) Muscularis mucosae. c) Submucosa. d) längsverlaufende Muskulatur. e) Kreismuskulatur. f) Längsmuskulatur. g) Serosa. h) Duodenaldrüsen. i) Darmeigen drüsen. k) Zotten. l) Darmschleimhautinsel zwischen Pylorusdrüsen.

Fig. II. **Esel.**
Längsschnitt durch das Epithel einer Zotte des Duodenums. (Mitte der Zotte.) (Fixation: Sublimat-Eisessig; Färbung nach Heidenhain; Haematoxylin-Eisenalaun.)
a) Cuticularsaum. b) helle Zone direkt unterm Cuticularsaum. c) dunkle Zone zwischen Kern und Cuticularsaum.

d) auf c folgende hellere Zone. e) mittelstark granulierte Zone direkt überm Kern. f) Zone zwischen Basis und Kern. g) Kern der Zylinderzelle. h) Becherzelle. i) Kern der Becherzelle. k) durch Zylinderzellen wandernde Leukozyten. l) subepitheliales Bindegewebe.

Fig. III. **Esel.**

Querschnitt durch das Epithel einer Zotte des Duodenums (Mitte der Zotte, cf. Figur II).
c, d, e, f, g, h, k wie in Figur II.

Fig. IV. **Esel.**

Coecumgrund. (Fixation: Sublimat-Eisessig; Färbung: Heidenhain-Haematoxylin-Eisenalaun.)
a) Form des Kernes einer Zylinderzelle des Oberflächenepithels. b) Form des Kernes einer Zylinderzelle einer Darmeigendrüse (Mitte der Drüse).

Fig. V. **Pferd.**

Ileum. (Fixation: Flemming'sche Lösung; Färbung: Safranin-Lichtgrün.)
Kern einer Zylinderzelle einer Darmeigendrüse mit einer besonderen, häufig zu beobachtenden Kernstruktur.

Fig. VI. **Pferd.**

Längsschnitt durch die Mucosa des Jejunums. (Fixation: Sublimat-Eisessig; Färbung: Heidenhain-Haematoxylin-Eisenalaun-Mucikarmin.)
a) Zylinderzelle. b) Becherzelle vom Oberflächen (-Zotten) -epithel. c) Zylinderzelle. d) Becherzelle vom Darmeigendrüsenepithel. e) im Fundus der Darmeigendrüse gelegene Körnchenzellen, sich mit Mucikarmin intensiver als die Becherzellen färbend. f) Zentralchylusgefäß. g) Zottenstroma. h) interglanduläres, i) subglanduläres Gewebe. k) Muscularis mucosae.

Fig. VII. **Hamster.**

Körnchenzellen aus dem Fundus einer Darmeigendrüse vom Ileum. (Fixation: Orth'sche Flüssigkeit. Färbung: Heidenhain-Haematoxylin-Eisenalaun-Mucikarmin.)
a) Becherzelle. b) durch das Epithel wandernde Leukozyte. c) und d) Paneth'sche Körnchenzellen in zwei verschiedenen Sekretionsstadien. e) Periglanduläres Bindegewebe.

Fig. VIII. **Maus.**

Schnitt durch den Fundus einer Darmeigendrüse vom Ileum. (Fixation: 1% Osmiumsäure.)
a) intrazelluläre Granula. b) intergranuläres Protoplasma. c) im Drüseninnern liegende Granula. d) periglanduläres Bindegewebe.

Fig. IX. **Pferd.**

Querschnitt durch den Fundus einer Darmeigendrüse vom Ende des Duodenums. (Fixation: 1% Osmiumsäure.)
a) Lumen der Darmeigendrüse. b) Paneth'sche Zelle mit ausgefallenen Granula. c) Zylinderzelle ohne Granula. d) Sekretgranula. e) periglanduläres Bindegewebe.

Fig. X. **Pferd.**

Querschnitt durch den Fundus einer Darmeigendrüse vom Ende des Duodenums. (Fixation: 1% Osmiumsäure.)
a, b, c, wie in Figur IX. f) durch das Drüsenepithel wandernde, eosinophile Leukozyten.

Fig. XI. **Pferd.**

Schrägschnitt durch den Fundus einer Darmeigendrüse vom Duodenum. (Fixation: Zenker'sche Flüssigkeit; Färbung: Friedländer'sches Haematoxylin-Aurantia-Eosin.)

a) Lumen und Sekretgranula. b) Zylinderzelle c) Paneth'sche Körnchenzelle (mit Granula gefüllt). d) Zylinderzelle ohne Granula. e) periglanduläres Bindegewebe.

Fig. XII. **Pferd.**

Längsschnitt durch den Fundus einer Darmeigendrüse vom Duodenum. (Fixation und Färbung nach Altmann's Granulamethode.)

a) Lumen. b) Zylinderzellen. c) Paneth'sche Körnchenzellen in verschiedenen Funktionsstadien. d) Zylinderzelle ohne Granula. e) periglanduläres Bindegewebe.

Fig. XIII. **Maus.**

Längsschnitt durch eine Darmeigendrüse vom Dünndarm. (Fixation: konzentr. wässerige Pikrinsäure: Färbung: Friedländersches Haematoxylin-Eosin.)

a) Lumen. b) Zylinderzelle einer Zotte. c) Zylinderzelle der Darmeigendrüse. d) Becherzellen, sowohl des Oberflächen- als Drüsenepithels. d[1]) Segmente angeschnittener Becherzellen. e) Paneth'sche Körnchenzellen in verschiedenen Funktionsstadien. f) durch das Epithel wandernde Leukozyte. g) periglanduläres Bindegewebe.

Fig. XIV. **Schaf.**

Längsschnitt durch den Fundus einer Darmeigendrüse des Jejunums. (Fixation: konzentr. wässerige Pikrinsäure; Färbung: Friedländer'sches Haematoxylin.)

a) Lumen. b) Zylinderzellen der Darmeigendrüsen. c) Becherzellen. d) mit Granula angefüllte Elemente, deren Natur, ob Segmente von Becherzellen oder ob Paneth'sche Zellen, mir zweifelhaft ist.

Fig. XV. **Ziege.**

Längsschnitt durch die Schleimhaut des Ileums über einer Peyer'schen Platte. (Fixation: Sublimat: Färbung: Friedländer'sches Haematoxylin-Eosin. 52fache Vergrößerung.)

a) Zotten. b) ungewöhnlich zahlreiche Becherzellen. c) Cyste und Entwicklungsstadien von Coccidien. Der Kreis umschreibt die in Figur XVI dargestellte Partie der Schleimhaut. d) Peyer'sche Platte.

Fig. XVI. **Ziege.**

Längsschnitt durch die Schleimhaut des Ileums über einer Peyer'schen Platte. (Fixation: Sublimat; Färbung: Friedländer'sches Haematoxylin-Eosin, cfr. Figur XV.) 520fache Vergrößerung.

a) Becherzellen im Darmeigendrüsenepithel. b) im Lumen. c) bindegewebige Kapsel um d) eine Entwicklungsstadien von Coccidien enthaltende Cyste.

Lebenslauf.

Geboren am 15. Juli 1884 zu Dresden, erlangte ich, Ferdinand-Paul Martin, Sohn des Oberlehrers und Schulleiters Moritz Martin und seiner Ehefrau Johanne geb. Biener, nach vierjährigem Besuche der 7. Bürgerschule zu Dresden von Ostern 1891 bis Ostern 1895, und nach neunjährigem Besuche des Gymnasiums zum heiligen Kreuze zu Dresden von Ostern 1895 bis Ostern 1904 das Zeugnis der Reife. Ostern 1904 begann ich das Studium der Tierheilkunde an der Kgl. Sächs. Tierärztlichen Hochschule zu Dresden, bestand Ostern 1906 die Naturwissenschaftliche Prüfung, widmete mich im Sommer 1906 privaten histiologischen und zoologischen Studien und erlangte am 30. Juli 1908 die Approbation. Vom 1. Oktober 1908 ab genügte ich meiner militärischen Dienstpflicht beim 1. Kgl. Sächs. Trainbataillon Nr. 12 in Dresden und wurde am 30. September 1909 als Unterveterinär zur Reserve entlassen. Von Ostern 1905 ab bis jetzt widmete ich mich mit durch Fachstudien und Militärdienst bedingten Unterbrechungen vorliegend niedergelegten Untersuchungen. Seit dem 1. Februar 1910 bin ich Assistent des Opsonischen Laboratoriums der Kgl. Sächs. Tierärztlichen Hochschule zu Dresden.

Fig. I.

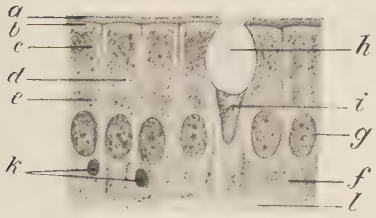

Fig. II.

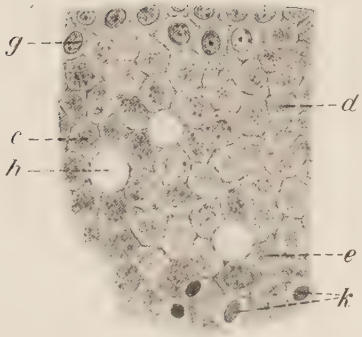

Fig. III.

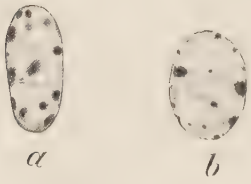

Fig. IV.

Fig. V.

(Fig. VI und VII siehe Tafel III.)

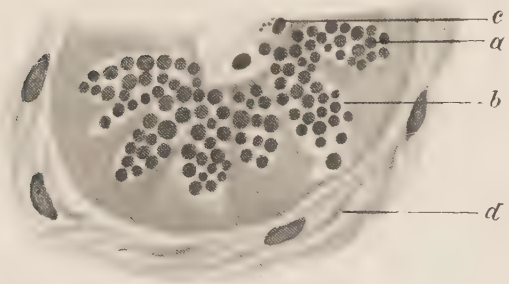

Fig. VIII.

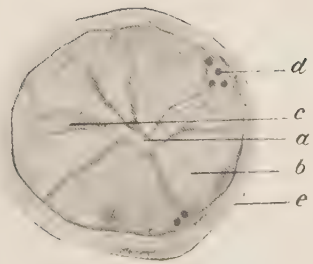

Fig. IX.

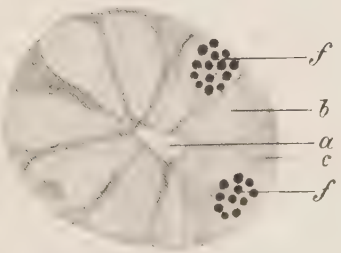

Fig. X.

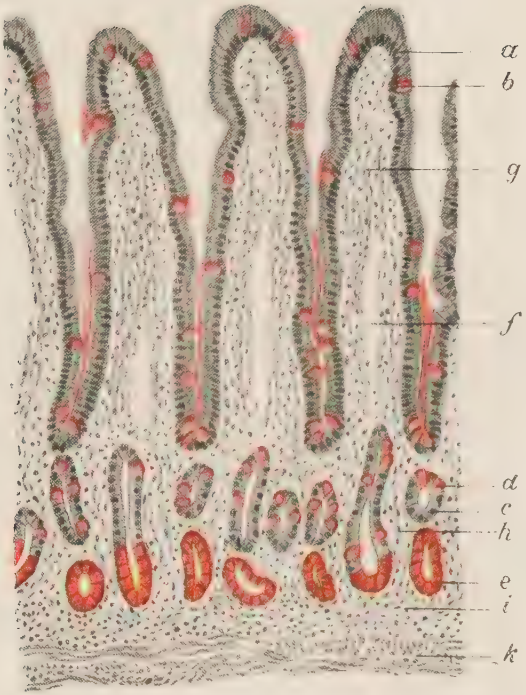

Fig. VI.

Fig. VII.

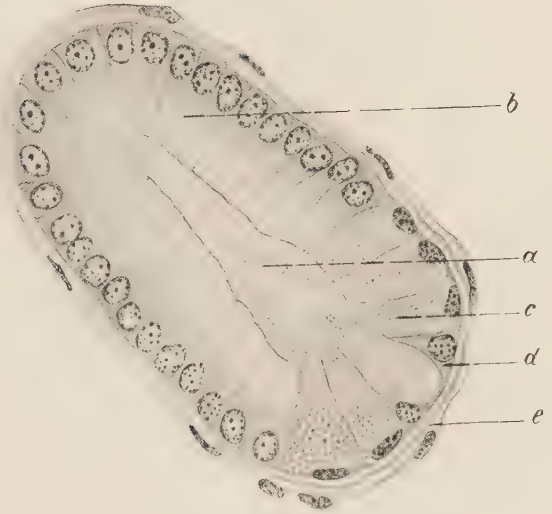

Fig. XI.

Fig. XII.

Fig. XIII.

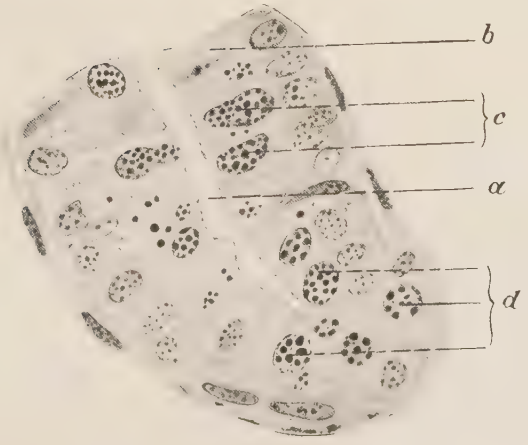

Fig. XIV.

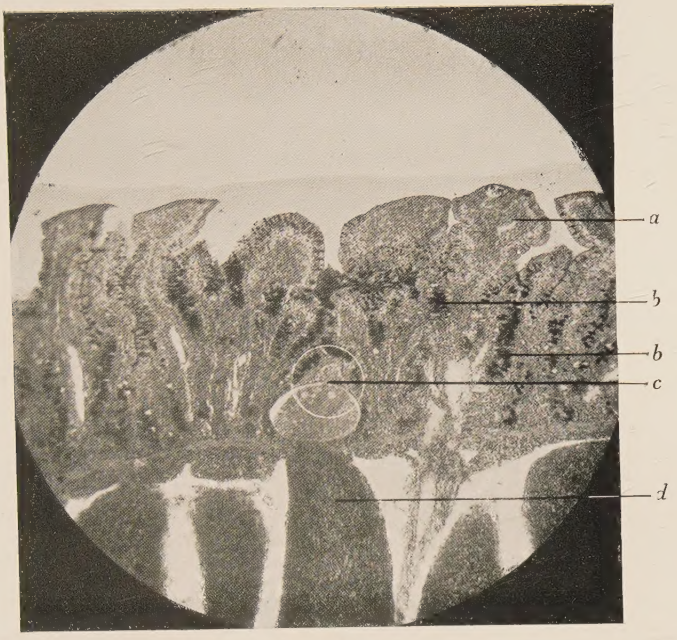

Fig. XV.

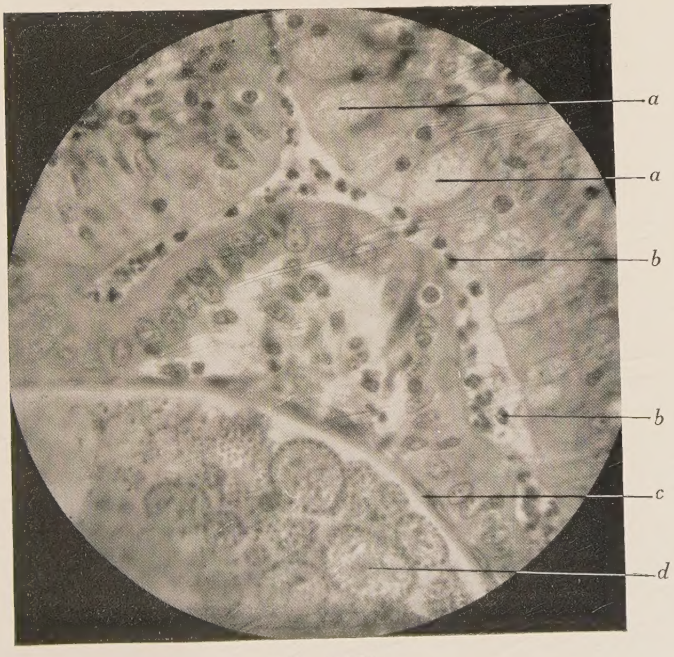

Fig. XVI.